

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

Информатика и образование

Научно-методический журнал

Informatics and Education

Scholarly Journal

 infojournal.ru

№ 3 / 2024

Том (Volume) 39





Суперкомпьютерные дни в России 2024

21 - 27 сентября

международный конгресс

<https://Congress.RussianSCDays.org>

Научные школы:
21.09 - 27.09.2024

Научная конференция:
23.09 - 24.09.2024

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: 21.09 - 27.09.2024

<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
в конференции



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: 23.09 - 24.09.2024

<https://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!

Научно-методический журнал
ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Том 39 № 3 июнь 2024

ИЗДАЕТСЯ
С АВГУСТА 1986 ГОДА

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

Содержание

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

- Григорьев С. Г., Аникьева М. А.** Повышение эффективности применения технологий генеративного искусственного интеллекта в образовательной деятельности 5
- Карманова Е. В., Захарова Я. М., Киселев А. В.** Интеллектуальный анализ образовательных результатов студентов университета с использованием LMS Moodle 16
- Деев М. В.** Архитектура системы интеллектуального анализа компетенций для актуализации образовательных программ вуза 29

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

- Калмыкова С. В.** Развитие информационно-аналитических компетенций в профессиональной подготовке магистрантов направления «Государственное и муниципальное управление» 44
- Захарченков К. В., Мрочек Т. В., Кутузов В. В.** Формирование индивидуальной образовательной траектории студента вуза на основе модифицированного муравьиного алгоритма 53
- Дианова Ю. В., Столбова И. Д.** Цифровые технологии в программе дополнительного профессионального образования как средство развития профессиональных компетенций студентов политехнического вуза 66
- Эльтемеров А. А.** Востребованность цифровых компетенций в профессиональной подготовке сотрудников МЧС России 76

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КАДРЫ

- Чусавитина Г. Н., Зеркина Н. Н., Кагарманова Л. А.** Анализ сформированности компетенций по созданию и использованию образовательного видео у студентов разных направлений подготовки 86

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 28.06.24.
Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 12.
Тираж 2000 экз. Заказ № 5679.
Отпечатано в типографии «ЛАЙДЕР ПРИНТ»
142104, Россия, Московская область, г. Подольск,
ул. Свердлова, д. 26, тел.: +7 (495) 212-91-99,
+7 (926) 204-49-31, e-mail: info@book-expert.ru

© «Образование и Информатика», 2024



НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ»

УЧРЕДИТЕЛИ:

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО

«ОБРАЗОВАНИЕ И ИНФОРМАТИКА»

ISSN (print) 0234-0453

ISSN (online) 2658-7769

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

Контакты

Главный редактор
grigorsg@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 ИИФО

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)

ЕЛИЗАРОВ Александр Михайлович

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

ЛАПТЕВ Владимир Валентинович

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

НОВИКОВ Дмитрий Александрович

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

РОДИОНОВ Михаил Алексеевич

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

СЕМЕНОВ Алексей Львович

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

СМОЛЯНИНОВА Ольга Георгиевна

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

УВАРОВ Александр Юрьевич

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

ХЕННЕР Евгений Карлович

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

ШАКИРОВА Лиана Рафиковна

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

БОНК Кёртис Джей

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

ДАГЕНЕ Валентина Антановна

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

ЛЕВИН Илья

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

ПРАКАША Дж. С.

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

СЕРГЕЕВ Ярослав Дмитриевич

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

Table of Contents

INFORMATIZATION OF EDUCATION

- S. G. Grigoriev, M. A. Anikieva.** Generative artificial intelligence application enhancement in educational activities5
- E. V. Karmanova, Ya. M. Zakharova, A. V. Kiselev.** Educational data mining in a university using LMS Moodle..... 16
- M. V. Deev.** The architecture of the system of intelligent analysis of competencies for updating university educational programs 29

PEDAGOGICAL EXPERIENCE

- S. V. Kalmykova.** The development of information and analytical competencies in the professional training of master's students in the "State and municipal management" direction 44
- K. V. Zakharchenkov, T. V. Mrochek, V. V. Kutuzov.** Formation of individual educational trajectory of university student based on modified ant colony optimization algorithm 53
- Yu. V. Dianova, I. D. Stolbova.** Digital technologies in additional professional education curricula as a mean for developing professional competencies in polytechnic university students 66
- A. A. Eltemerov.** Demand for digital competencies in professional training of the EMERCOM of Russia employees..... 76

PEDAGOGICAL PERSONNEL

- G. N. Chusavitina, N. N. Zerkina, L. A. Kagarmanova.** Analyzing competencies in creating and using educational videos in students of different educational programs 86



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. DOBROVOLSKII

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

Alexander M. ELIZAROV

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

Vladimir V. LAPTEV

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

Dmitry A. NOVIKOV

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

Mikhail A. RODIONOV

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

Alexei L. SEMENOV

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

Olga G. SMOLYANINOVA

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

Alexander Yu. UVAROV

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

Evgeniy K. KHENNER

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

Liliana R. SHAKIROVA

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

Curtis Jay BONK

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

Valentina DAGIENÉ

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

Ilya LEVIN

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

G. S. PRAKASHA

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

Yaroslav D. SERGEYEV

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

Stanimir N. STOYANOV

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

Sergei A. FOMIN

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

Alona FORKOSH BARUCH

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

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-5-15

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С. Г. Григорьев¹, М. А. Аникьева²✉¹ *Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия*² *Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия*✉ MAnikieva@sfu-kras.ru

Аннотация

В последние годы происходит активное внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) в образовании (в англоязычной среде сложился отдельный термин — Artificial Intelligence in Education (AIEd), т. е. ИИ в образовании). С недавнего времени один из самых популярных инструментов ИИ — ChatGPT. Это пример генеративных технологий ИИ, которые создают новый контент (различные виды текста, изображение, аудио, видео) в ответ на запрос пользователя. В статье на примере ChatGPT рассмотрены возможности применения ИИ в различных сферах образовательной деятельности и способы повышения эффективности его использования с помощью генеративных технологий.

Для структурирования способов взаимодействия с ChatGPT при его интеграции в образовательный процесс использована модель COST, описывающая получение и обмен информацией в процессе обучения. Чтобы возможности ChatGPT были использованы более полно, а его недостатки были компенсированы, требуется составлять качественные запросы, например, с помощью дерева концептов. Кроме того, необходимо формулировать запросы так, чтобы исследуемое понятие было как можно подробнее конкретизировано.

В качестве примера в статье представлены фрагменты разработанного дерева концептов, представляющего состав образовательной деятельности и взаимосвязи между его элементами. Оно может служить основой для составления запросов чат-боту. Качество ответа на запрос определяется полнотой входной информации.

Результаты исследования, представленные в статье, помогут получать более точные и релевантные ответы на запросы при практическом применении ChatGPT в повседневной работе образовательного учреждения и обучающимися, и обучающими, а также другими заинтересованными лицами, которые участвуют в организации процесса обучения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генеративные технологии, ChatGPT, образование, искусственный интеллект в образовании.

Для цитирования:

Григорьев С. Г., Аникьева М. А. Повышение эффективности применения технологий генеративного искусственного интеллекта в образовательной деятельности. *Информатика и образование*. 2024;39(3):5–15. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-5-15.

GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION ENHANCEMENT IN EDUCATIONAL ACTIVITIES

S. G. Grigoriev¹, M. A. Anikieva²✉¹ *Moscow City University, Moscow, Russia*² *Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia*✉ MAnikieva@sfu-kras.ru

Abstract

In recent years, there has been an active introduction of artificial intelligence in education (AIEd). Recently, one of the most popular AI tools — ChatGPT — is an example of a generative AI technologies, which create new content (different types of text, image, audio, video) in response to a user's request. On the example of ChatGPT, the article considers the possibilities of using AI in various spheres of educational activity and the ways of increasing its efficiency with the help of generative technologies.

To structure the ways of interaction with ChatGPT during its integration into the educational process, the COST model, which describes the receipt and exchange of information in the learning process, is used. In order to utilize the capabilities of ChatGPT more fully and to compensate for its shortcomings, it is necessary to formulate appropriate queries, for example, using a concept tree. In addition, it is necessary to formulate queries in such a way that the concept under investigation is concretized as much as possible.

As an example, the article presents fragments of the developed concept tree representing the composition of educational activity and interrelations between its elements, which can be the basis for making queries to a chatbot. The quality of the query response is determined by the completeness of the input information.

The results of the research presented in the article will help to get more accurate and relevant answers to queries in the practical application of ChatGPT in the daily work of an educational institution by students and teachers as well as other stakeholders who are involved in the organization of the learning process.

Keywords: artificial intelligence, generative technologies, ChatGPT, education, artificial intelligence in education.

For citation:

Grigoriev S. G., Anikieva M. A. Generative artificial intelligence application enhancement in educational activities. *Informatics and Education*. 2024;39(3):5–15. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-5-15.

1. Введение

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) постоянно развиваются и становятся все более заметными в разных сферах нашей жизни. Хотя понятие искусственного интеллекта не имеет на сегодняшний день устоявшегося определения, в нашей статье будем понимать ИИ как способность вычислительных систем участвовать в процессах обучения, адаптации, синтеза, самокоррекции и использования данных для сложных задач, которые обычно решаются человеком [1]. По своей природе ИИ является не собственно интеллектом. Это скорее система, способная с определенной степенью успеха выполнять задачи, которые обычно считаются интеллектуальными [2, 3]. ИИ, как правило, справляется с ними намного эффективнее и быстрее, чем это мог бы сделать человек.

За последние десятилетия приложения на основе ИИ все чаще стали использоваться в сфере образования, и появился отдельный термин — «ИИ в образовании» (англ. Artificial Intelligence in Education, AIED). Интеллектуальные системы обучения, электронные учебные платформы — вот лишь некоторые примеры образовательных приложений, в которых ИИ уже применяется. Эти программы обладают большим потенциалом для повышения академической успеваемости обучающихся и расширения возможностей педагогов в целях более эффективного обучения.

Совсем недавно применение ИИ в обработке текстов на естественном языке привело к созданию интеллектуальных чат-ботов и виртуальных помощников, которые могут имитировать общение, подобное человеческому [4]. Эта подобласть известна как генеративный искусственный интеллект (англ. Generative Artificial Intelligence) — тип ИИ, который может создавать новый контент в виде текста (например, идей, отчетов, сценариев, программного кода), изображений, аудио и видео в ответ на запрос пользователя. Как и любой ИИ, генеративный ИИ основывается на моделях машинного обучения, которые предварительно были обучены на огромных объемах данных. Одним из самых известных инструментов генеративного ИИ является ChatGPT (англ. Chat Generative Pretrained Transformer — чат-бот с генеративным предварительно обученным преобразователем), разработанный компанией OpenAI¹.

Этот чат-бот взаимодействует с пользователем в форме диалога.

Технологии, реализуемые в ChatGPT, имеют как преимущества, так и ограничения. Среди возможностей генеративного ИИ в различных источниках упоминаются следующие:

- имитация общения с человеком [4];
- предоставление платформы для асинхронной коммуникации [5], что позволяет обучающимся задавать вопросы и проводить обсуждения без необходимости присутствия всем вместе в одно время;
- формат диалога, который позволяет ChatGPT отвечать на дополнительные вопросы, признавать свои ошибки, оспаривать неверные предположения и отклонять неуместные запросы [6];
- создание оригинальных текстов, таких как стихотворение или рассказ [7];
- помощь в решении трудоемких задач, таких как написание текста, перевод, исправление грамматики, форматирование, обзоры литературы и пр. [8, 9];
- изложение разнообразных тем в различных форматах и видах [10];
- предоставление персонализированной обратной связи и поддержки учащихся [11, 12];
- помощь исследователям в анализе данных в ходе генерации идей, синтеза информации и обобщения огромного количества текстовых данных [2];
- поиск потенциальных идей/проблем, связанных с предметом исследования, которые были предложены ранее другими авторами [13].

Среди слабых сторон генеративного ИИ исследователи упоминают:

- создание правдоподобно звучащих, но не правильных или бессмысленных ответов [13, 14]. Решить эту проблему в настоящее время непросто, т. к. инструменты ИИ не могут оценить достоверность контента [15], поэтому их использование требует человеческого участия для критического осмысления и верификации результатов запросов [16];
- ограниченность данных для обучения модели: данные позднее 2021 года в модель пока не заложены (исследователи фиксируют ситуацию на середину 2023 года) [17];
- тенденциозность в обучающих данных, которые использовались при настройке модели, что

¹ OpenAI — компания, занимающаяся исследованиями и разработками в области ИИ. Подробнее см.: <https://openai.com>

может привести к некорректным результатам, особенно если тенденциозность связана с такими факторами, как раса, пол или социально-экономический статус [18];

- чувствительность к формам запросов: в идеале модель должна задавать уточняющие вопросы, когда пользователь предоставляет неоднозначный запрос. Вместо этого текущие модели обычно угадывают, что имел в виду пользователь [15, 17].

Несомненно, что в качестве диалогового бота на базе искусственного интеллекта ChatGPT является революционной разработкой. Его использование ведет к смене многих устоявшихся форм деятельности, в том числе в сфере образования. **Цель статьи** заключается в том, чтобы на основе анализа возможностей применения технологии генеративного ИИ в образовании предложить способы повышения эффективности его использования.

Основные вопросы исследования:

1. В каких сферах деятельности образовательного учреждения может быть применен искусственный интеллект?
2. Каковы способы взаимодействия пользователей (обучающихся и обучающихся) с ChatGPT?
3. Какой должна быть структура запроса к ChatGPT для получения релевантного ответа при решении образовательных задач?

В процессе работы над статьей были использованы возможности ИИ, а именно:

- *сервис Elicit*¹ был применен при составлении обзора публикаций по теме. По запросам «AI in education», «ChatGPT in education» Elicit отобрал ряд статей, проанализировал их и в качестве результата выдал таблицы с аннотациями и ключевыми идеями, которые вслед за этим были нами проанализированы и изучены;
- *сервис Perplexity*² был использован для поиска публикаций по конкретизированным запросам: «Слабые стороны ChatGPT в обучении», «Сильные стороны ChatGPT в обучении». Мы также изучили ответы чат-бота на вопросы, которые были поставлены в этом исследовании. Анализ ответов показал их поверхностность, и поэтому далее эти тексты нами не использовались;
- *сервис TheV.AI*³ был использован для тестирования различных форм запросов для получения релевантного ответа.

¹ Elicit — инструмент, использующий искусственный интеллект для автоматического анализа научной литературы. Он помогает находить нужные статьи, извлекать ключевую информацию из них, обобщать данные, проводить мозговой штурм и др. Подробнее см.: <https://elicit.com>

² Perplexity — чат-бот с искусственным интеллектом для поиска информации и генерации текста. Подробнее см.: <https://www.perplexity.ai>

³ TheV.AI — многофункциональная платформа, использующая более 20 моделей ИИ (включая ChatGPT) для написания текстов, программных кодов и создания изображений. Подробнее см.: <https://beta.thev.ai/home>

2. Искусственный интеллект в деятельности образовательного учреждения

В соответствии с законом об образовании в РФ⁴ деятельность образовательного учреждения складывается из учебных и внеучебных мероприятий, контроля и измерения результатов обучения, научных и методических исследований, а также организационного управления. Все уровни и формы работы в учебном учреждении пронизывает воспитательная работа как комплексная деятельность, направленная на формирование нравственно богатой, гармонично развитой личности обучающегося. В этом смысле воспитательная работа носит системный характер.

Образовательная деятельность включает в себя разработку и реализацию учебных программ различных видов, включая дошкольное, детское, начальное, среднее и высшее образование, а также мероприятия, выходящие за рамки годовой учебной программы, такие как семинары, тренинги и внеклассные программы, программы профессиональной переподготовки, профориентации, направленные на приобретение конкретных навыков и компетенций для определенных профессий. В рамках академической деятельности учебное заведение ведет научные исследования в различных областях, а также активно сотрудничает с учебными учреждениями и организациями за рубежом, предлагая студентам возможности обмена, международные программы обучения и сотрудничество в области науки.

2.1. Использование искусственного интеллекта в учебной деятельности

Учебная деятельность в образовательном учреждении осуществляется в процессе взаимодействия между педагогом и обучающимся и поэтому может быть разделена на два типа:

- деятельность обучающегося, суть которой заключается в развитии собственных способностей, необходимых для освоения культурных ценностей общества;
- деятельность педагога, который использует учебные средства, необходимые для помощи обучающемуся в его деятельности.

ИИ могут использовать и обучающиеся, и обучающиеся. Педагоги — для создания программ обучения, учебного контента, разработки и реализации контрольных мероприятий и т. д. Обучающиеся — в процессе выполнения заданий. Например, ИИ может помочь:

- анализировать и осваивать материал;
- производить самоконтроль и многое другое.

⁴ Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред., действующая с 01 мая 2024 года). <https://docs.cntd.ru/document/902389617>

ИИ в образовательном процессе может выполнять широкий спектр задач, в том числе перевод с одного языка на другой, обобщение текста, ответы на вопросы, создание оригинальных текстов (например, стихов, эссе и т. п.), объяснение сложных понятий, концепций или тем, предоставлять пользователям (обучающим и обучающимся) базовые знания по различным темам [2]. ИИ давно и прочно вошел в практику адаптивного обучения [18], без его технологий невозможно реализовать персонализированное и индивидуальное обучение [19]. На базе ИИ создаются индивидуальные траектории обучения, которые учитывают сильные и слабые стороны обучающихся [2]. ИИ используется для оказания поддержки обучающимся в любое время, например, для доступа к учебным материалам, что особенно важно в инклюзивном обучении. С развитием технологий ИИ в образовании увеличилась скорость получения ответов, доступность учебных материалов [20]. ИИ во многих аспектах может частично или полностью заменить педагога, что делает процесс освоения учебной программы более эффективным.

2.2. Использование искусственного интеллекта во внеучебных мероприятиях

Внеучебная деятельность в соответствии с ФГОС¹ направлена на создание благоприятных условий, способствующих получению обучающимися необходимого в современном обществе социального опыта и формированию принимаемой обществом системы ценностей. Она включает в себя различные виды деятельности, такие как:

- спортивно-оздоровительная;
- духовно-нравственная;
- социальная;
- общекультурная и т. д.

Внеучебная деятельность помогает формированию здорового образа жизни, развитию творческих и гражданско-правовых качеств, способностей к жизнедеятельности в новых условиях, а также создает условия для всестороннего развития и социализации личности обучающихся.

Основным результатом внедрения ИИ во внеучебную деятельность обучающихся является повышение их интереса к обучению, создание интерактивной среды обучения и вовлечение обучающихся в образовательный контент. ИИ способствует постоянному диалогу и помогает обучающимся улучшить свои коммуникативные способности, например, в изучении языка, поскольку поощряет совместное обучение и улучшает навыки общения со сверстниками. Кроме того, персонализированная учебная среда, созданная с помощью ИИ, не только повышает качество обучения, но и способствует неформальному обучению [2].

Системы на основе ИИ облегчают выполнение административных обязанностей педагогам и администраторам, отвечают на вопросы обучающихся и помогают им во внеучебное время, используются для оценивания заданий [2]. ИИ можно использовать для совместной работы над проектами и заданиями. Для обучающихся это может быть веселым и увлекательным процессом, который поможет им освоить ценные навыки общения и решения проблем в режиме реального времени [5].

Таким образом, использование ИИ во внеучебной деятельности позволяет образовательному учреждению организовывать качественный и эффективный учебный процесс, обеспечивать успешную адаптацию обучающегося в обществе, выявлять и развивать потенциал обучающегося как личности.

2.3. Использование искусственного интеллекта для контроля и измерения результатов обучения

Использование ИИ наиболее распространено в высших учебных заведениях в процессе контроля и оценивания результатов обучения. Речь идет об оценке не только академической успеваемости, но и других факторов. В работе Н. Crompton, D. Burke «Artificial intelligence in higher education: The state of the field» [20] выделено 5 возможностей ИИ в решении этих задач:

- автоматическая оценка (включая подсчет баллов, оценку эссе и т. д.);
- создание тестов различных типов;
- обратная связь (персонализированная и групповая);
- оценка онлайн-активности студентов, например, взаимодействия с электронной обучающей системой;
- анализ процесса достижения целей обучающимися;
- оценка образовательных ресурсов (в том числе учебников), в частности, электронных.

Использование ИИ для выставления оценок может повысить эффективность и точность процесса оценивания, а также обеспечить более персонализированную обратную связь для обучающихся [18]. В электронных обучающих системах с поддержкой ИИ обучающимся предлагаются не только индивидуальные задания, но также персонализированная и мгновенная обратная связь за счет анализа способности к обучению, оценивания работы обучающихся и учебного процесса в целом [2].

Кроме того, ИИ может быть использован для создания персонализированных экзаменов или тестов, основанных на индивидуальных потребностях и способностях обучающихся, адаптированных к уровню освоения предметной области и побуждающих демонстрировать свои знания и навыки [12]. Умение ИИ обнаруживать грамматические и стилистические ошибки, проверять правильность программного кода и решать другие задачи дает широкие возможности для самотестирования и мгновенной персонализированной обратной связи.

¹ Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред., действующая с 01 мая 2024 года). <https://docs.cntd.ru/document/902389617>

2.4. Использование искусственного интеллекта в научных и методических исследованиях

ИИ может помочь пользователям, обучающимся и обучающимся, развивать исследовательские навыки, предоставляя им информацию и ресурсы по определенной теме, предлагая примеры разных аспектов ее изучения, что позволяет лучше понять и оценить объект исследования. Ценность ИИ в данном контексте заключается в возможности быстро и эффективно идентифицировать большое количество идей по одной теме, которые уже опубликованы и сохранены в базах данных, в том числе и для того, чтобы оценить оригинальность собственных идей.

ИИ может помочь исследователям подготовить материалы для научной статьи. **X. Zhai в статье «ChatGPT user experience: Implications for education» [18]** отмечает, что процесс написания статей может стать значительно эффективней с применением ИИ при подготовке материалов. **Приложения ИИ могут мгновенно проанализировать длинную научную статью, составить резюме, дать рекомендации для улучшения пользовательского текста, обобщить информацию и составить конспекты для экономии времени и улучшения качества работы [2].**

Авторы многих статей об использовании ИИ в научных исследованиях отмечают, что выходные данные источников информации, предлагаемые генеративными моделями ИИ, часто содержат неверные ссылки. Однако это наблюдение исследователей быстро устаревает, поскольку технологии ИИ не стоят на месте. Например, чат-бот Perplexity в ответ на запросы при подготовке этой статьи давал ссылки на интернет-страницы, в том числе на страницы российских электронных научных библиотек.

Конечно, рассматривая аспекты исследовательской работы, нельзя обойти вопрос плагиата — использования чужой работы или идей и представления их как своих собственных, без упоминания первоисточника или автора. Научным сообществом еще не выработаны правила ссылок на сгенерированные материалы, но уже появились инструменты ИИ, которые могут идентифицировать тексты, сгенерированные ChatGPT [13]. В скором будущем они станут частью анализа текста на заимствования.

2.5. Использование искусственного интеллекта в организационно-управленческой деятельности учебного заведения

Использование ИИ в административной и организационно-управленческой деятельности учебного заведения позволяет улучшить качество образования и эффективность учебного процесса. ИИ можно применять для автоматического планирования курсов, распределения нагрузки преподавателей и составления расписания, что может сэкономить время и уменьшить необходимость планирования вручную [18]. Благодаря автоматическому мониторингу успеваемости обучающихся и способности ее прогнозировать технологии ИИ облегчают вы-

полнение административных функций. Системы раннего предупреждения, основанные на наборах долгосрочных данных, облегчают прогнозирование и выявление рисков отсева обучающихся, изучение удовлетворенности обучением, анализ того, какие профессии выбирают обучающиеся, и т. д. [2, 20]. Таким образом, **технологии ИИ могут брать на себя значительный объем повторяющейся работы, снизив нагрузку на педагогов и администраторов.**

3. Способы взаимодействия пользователей с ChatGPT

Многие из упомянутых выше возможностей ИИ можно сделать более эффективными с помощью ChatGPT. Однако он имеет ограничения в решении сложных математических и физических задач, а также в точности и глубоком понимании специализированных знаний. Поэтому, планируя использовать ChatGPT в своей работе, необходимо учитывать, что генеративные технологии позволяют быстро найти ответ на вопрос при условии, что этот ответ был уже когда-то кем-то получен и нейронную сеть обучали на этих данных.

Для того чтобы более полно понимать потенциал использования ChatGPT в образовании, рассмотрим образовательный процесс каждого обучающегося с использованием модели COST [7], которая была разработана профессором Университета Гонконга (The University of Hong Kong) Minhong (Maggie) Wang после анализа затруднений, которые возникают у обучающихся в процессе обучения (рис. 1).

Модель описывает структуру того, как люди учатся, через взаимодействие обучающегося с четырьмя ключевыми элементами:

- с контентом (C — Content);
- с другими участниками (O — Other people);
- с самим собой (S — Self);
- с практическими задачами (T — Tasks or Practice).

Далее рассмотрим практику конкретного использования инструментов на основе ChatGPT в учебном процессе с учетом этих взаимодействий. Для этого используем собственный педагогический опыт и опыт

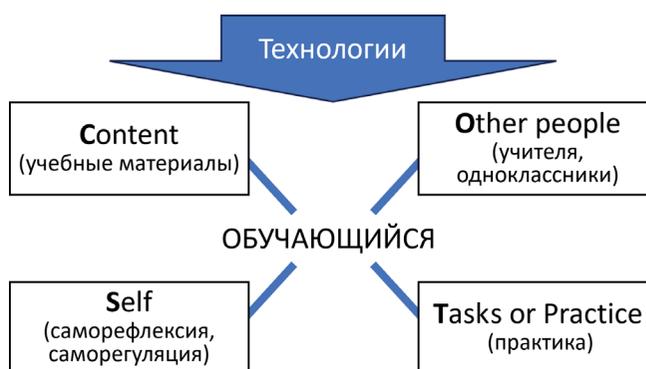


Рис. 1. Модель COST

Fig. 1. The COST model

других авторов, например, описанный в работе А. А. Пасковой «Практические аспекты применения ChatGPT в высшем образовании» [4] и предложенный в некоторых методических пособиях¹.

3.1. Обучение посредством взаимодействия пользователя с учебным контентом

С учебными материалами («С» в модели COST) в учебном процессе взаимодействуют и обучающиеся, и преподаватели. Педагоги могут использовать ChatGPT в качестве помощника при создании учебных материалов, а обучающиеся — для поиска ответов на вопросы при освоении учебной программы. Одна из часто встречающихся задач преподавателя — это разработка курса обучения. Это тоже по силам ИИ: достаточно разбить задачу на подзадачи и создать систему запросов для ChatGPT. Приведем примеры запросов в ChatGPT для создания контента:

1. Напиши аннотацию к курсу обучения «название курса».
2. Напиши цели и задачи к курсу обучения «название курса», используя ключевые слова: «список ключевых слов».
3. Составь план занятия для студентов бакалавриата; цель занятия — «формулировка цели занятия».
4. Напиши конспект лекции «название».
5. Напиши подробно о «название пункта из предложенного конспекта».
6. Создай конспект урока с учебными целями, творческими заданиями и критериями успешности по теме «тема».
7. Напиши инструкцию по созданию видео и размещению его на сайте.
8. Придумай историю на тему «название темы» с использованием образов из русских народных сказок.

ChatGPT можно использовать и для разработки практических заданий. Например, с помощью таких запросов:

1. Предложи задание в классе, которое поможет ученикам лучше понять трудности, связанные с «формулировка проблемы».
2. Предложи идеи для курсовых работ студентам 3-го курса по теме «название темы».
3. Напиши 5 дискуссионных вопросов на тему «название темы».
4. Создай 5 упражнений для освоения темы «название темы».

¹ A teacher's prompt guide to ChatGPT aligned with "What works best". NSW Government, Centre for Education Statistics and Evaluation; 2023. 9 p. <https://studylib.net/doc/26081485/a-teachers-prompt-guide-to-chatgpt-aligned-with-what-work...>; Skrabut S. 80 Ways to use ChatGPT in the classroom: Using AI to enhance teaching and learning. Stan Skrabut; 2023. 131 p.; Baker J. 65+ best ChatGPT prompts for teacher in 2024. *SplashLearn*. 29.01.2024. <https://www.splashlearn.com/blog/chat-gpt-prompts-for-teachers/>; ChatGPT prompts for teachers: Unlocking the potential of AI in education. *LearnPrompt*. <https://www.learnprompt.org/chat-gpt-prompts-for-teachers/>

5. Сформулируй вопросы или задания, которые будут побуждать студентов задуматься о «проблемная ситуация».

Для анализа и оценивания содержания, в том числе выполненных обучающимися работ, также можно использовать ChatGPT. Приведем примеры таких запросов:

1. Этот текст был написан искусственным интеллектом: «текст»?
2. Предложи систему оценивания докладов на тему «название темы».
3. Составь отзыв с оценкой об эссе «текст эссе». (Возможен дополнительный запрос: как можно улучшить это эссе?)
4. Создай 5 вопросов с несколькими вариантами ответов по тексту «текст».
5. Создай 5 вопросов «ложь/истина» по тексту «текст».
6. Создай задание по теме «название темы», которое будет сложным для обучающихся, хорошо понимающих эту концепцию, и при этом обеспечит поддержку студентам, испытывающим трудности с освоением этой темы.
7. Создай набор вопросов, с помощью которых обучающиеся смогут проанализировать свою работу по теме «название темы», основываясь на критериях оценки «критерии», и определить направления для улучшения своей работы.
8. Составь список способов оценивания того, насколько студенты поняли тему «название темы».
9. Создай список из пяти типов данных, которые педагоги могут собирать для контроля обучения и успеваемости обучающихся.
10. Создай список вопросов, с помощью которых можно оценить понимание обучающимися темы/понятия «тема/понятие».

3.2. Обучение посредством взаимодействия пользователя с другими людьми

ChatGPT может использоваться преподавателями и обучающимися в качестве виртуального репетитора, а также виртуального партнера. Таким образом чат-бот выступает в роли «другого» («О» в модели COST). Для этого можно сформулировать, например, такие запросы:

1. Какие мероприятия можно провести для сплочения команды в классе?
2. Приведи примеры мероприятий для сплочения школьной команды IX класса с математическим уклоном.
3. Напиши подробно, как проводить игру для сплочения команды «название игры».
4. Какие вопросы можно использовать на первом занятии для знакомства друг с другом на курсе «название курса»?
5. Какие мероприятия, игры можно провести на первом занятии для знакомства друг с другом на курсе «название курса»?

6. Сформулируй список конкретных и выполнимых шагов, которые обучающийся может предпринять для улучшения своей успеваемости по дисциплине «название».
7. Предложи план действий при постоянном плохом поведении обучающихся на занятиях по дисциплине «название дисциплины».
8. Сгенерируй идеи, как предложить помощь или поддержку обучающимся, которые пассивны, отвлечены или нарушают дисциплину на занятии по теме «тема».
9. Предложи идеи для обсуждения с коллегами практики преподавания в начальной школе.
10. Поговори со мной на тему «тема».

3.3. Обучение посредством взаимодействия пользователя с самим собой

ChatGPT может быть полезен в качестве инструмента рефлексивного обучения, которое предполагает активный мониторинг и оценку своих знаний, способностей и производительности в процессе обучения с целью улучшения самого процесса и его результатов. Саморегуляция и рефлексия характерны и для исследовательской работы. Таким образом ChatGPT становится альтер эго пользователя («S» в модели COST). Приведем примеры возможных запросов:

1. Какими способами можно определить «название задачи (например, расстояние от точки А до точки В)»?
2. Какие есть способы решения задачи «название задачи»?
3. Предложи индивидуальный учебный план по дисциплине «название дисциплины» для студента 4-го курса с углубленным изучением тем, связанных с обработкой изображений.
4. Создай интерактивную викторину по теме «тема». Задай мне вопрос с несколькими вариантами ответов, я буду отвечать. Если я ошибусь, дай мне правильный ответ и объяснение. После этого дай мне новый вопрос.
5. Убеди меня, что «название явления» — это хорошо/плохо.
6. Подискутируй со мной о «название явления». Я считаю, что это хорошо. Ты должен принять противоположную сторону.
7. Какие книги нужно прочесть для обучения по теме «название темы»?
8. Я хочу улучшить свои знания по теме «название темы». Задавай мне вопросы по этой теме. Если я отвечу неправильно, задавай наводящие вопросы. После правильного ответа задавай более сложные вопросы.
9. Резюмируй статью «статья».
10. Кратко изложи статью «статья» на уровне ученика V класса.
11. Напиши вопросы с ответами по статье «статья» для студентов 3-го курса.
12. Напиши план статьи/сообщения/доклада «название темы».

13. Напиши исследовательскую работу, в которой обсуждается «название проблемы».

3.4. Обучение путем решения пользователем практических задач

Для обучения путем решения практических задач («Т» в модели COST), закрепления и обновления знаний также может использоваться ChatGPT в качестве экспертной поддержки при выполнении сложных задач. Сформулируем примеры запросов:

1. Напиши, что должно быть в презентации на тему «название темы».
2. Напиши, что должно быть на слайде презентации на тему «название темы».
3. Смоделируй сценарий собеседования в компанию «название» на должность «название». Оцени мои ответы и вероятность того, что меня примут на работу.
4. Объясни, что такое «название» на языке, понятном «название группы людей».
5. Создай пример хорошо написанного эссе по теме «тема», отвечающего критериям «список критериев».
6. Дополни и расширь этот текст «текст».
7. Объясни семилетнему ребенку, что такое «название». Используй для этого названия животных.
8. Напиши код программы на языке «название языка программирования», которая делает следующее: «задача».
9. Объясни, что делает эта программа: «текст кода».
10. В чем ошибка в программе «текст кода»?
11. Добавь комментарии к коду «текст кода».

Комбинируя эти примеры использования ChatGPT, повторяя некоторые запросы, перефразируя их или постепенно раскрывая тему, делая дополнительные запросы, можно получать более полные и полезные ответы.

4. Структура запроса к ChatGPT для получения релевантного ответа

Точность и правильность ответа программных средств, работающих на основе генеративных технологий, зависит:

- от полноты и корректности информации, которая была использована для обучения нейронной сети;
- от полноты и точности информации в запросе пользователя.

И если на обучение нейронной сети мы как пользователи повлиять не можем, то сделать запрос к ИИ конкретным, кратким и недвусмысленным — зона ответственности пользователя. Это означает, что в запросе должны быть четко сформулированы цель или задачи обращения, кроме того, должны быть представлены необходимый контекст и/или примеры.

Конкретный запрос четко определяет объем и границы исследуемого. Например, вопрос «Какой шрифт

лучше всего подходит для веб-сайта?» является недостаточно конкретным. Более конкретный запрос может быть сформулирован так: «Каковы пять лучших шрифтов для современного веб-сайта, которые одновременно удобно читать и привлекательны внешне?».

Краткость и недвусмысленность запроса достигается путем использования в нем терминов и определений. При составлении запросов к ИИ чаще всего не обойтись без дополнительных вопросов. Использование дополнительных вопросов, также известное как обратный поиск, может помочь прояснить, уточнить ответ и получить более подробную информацию.

Чтобы получить полную и актуальную информацию от ChatGPT, необходимо выполнить множество качественных и подробных запросов. **Для помощи пользователю при составлении запроса предлагается следующая последовательность действий:**

- 1) разработать дерево концептов, описывающее выбранную тему;
- 2) сформулировать запросы так, чтобы конкретизировать исследуемое понятие, тему и пр.

Этот подход позволит минимизировать неточность ответов на запросы пользователя. В качестве примера покажем, как получить от ChatGPT подробный ответ о контроле и измерении результатов обучения в образовательном учреждении.

Разработаем дерево концептов, для чего используем описание образовательной деятельности из книги С. Г. Григорьева и В. В. Гриншкунa «Информатизация образования. Фундаментальные основы и практические приложения» [21], в которой контроль и измерение результатов обучения представлены как виды учебной деятельности образовательного учреждения. Фрагменты дерева концептов показаны на рисунках 2 и 3.

В соответствии с описанной структурой запрос к ChatGPT может быть таким: «Предложи средства для контроля и измерения результатов обучения/для контроля качества освоения темы “название темы” учебного курса “название учебного курса” студентов бакалавриата. Назначение тестовых материалов: овладение обучающимися “вид деятельности”».

Для примера тестирования запросов были выбраны следующие значения:

- название темы — «Характеристики шрифта»;
- название учебного курса — «Обработка медиа-контента»;
- вид деятельности — «Назначение тестовых материалов: тесты развития знаний».

На платформе TheV.AI были сделаны два запроса к ChatGPT: первый запрос простой, в котором была названа лишь тема, второй — детализированный в соответствии с деревом концептов, описанным выше. На рисунках 4 и 5 представлены скриншоты вариантов ответов ChatGPT на запросы. Орфография и пунктуация чат-бота сохранены.

На одинаковые запросы, произведенные в разные дни, были получены разные ответы. Однако общая тенденция ответов была одинаковой: на более конкретные запросы чат-бот давал более детальный отклик.

Нужно отметить, что ChatGPT, начиная ответ, всегда повторяет вопрос, который был ему задан. В ответ на наш детализированный вопрос ChatGPT повторил его, опустив финальную деталь: «Назначение: тесты, развитие знаний», — и сделал запрос чуть менее подробным. В результате был получен более емкий ответ: средства для контроля и измерения результатов обучения, предложенные ChatGPT, служили инструментами оценки не только уровня развития знаний, но и умений. Следовательно, не-

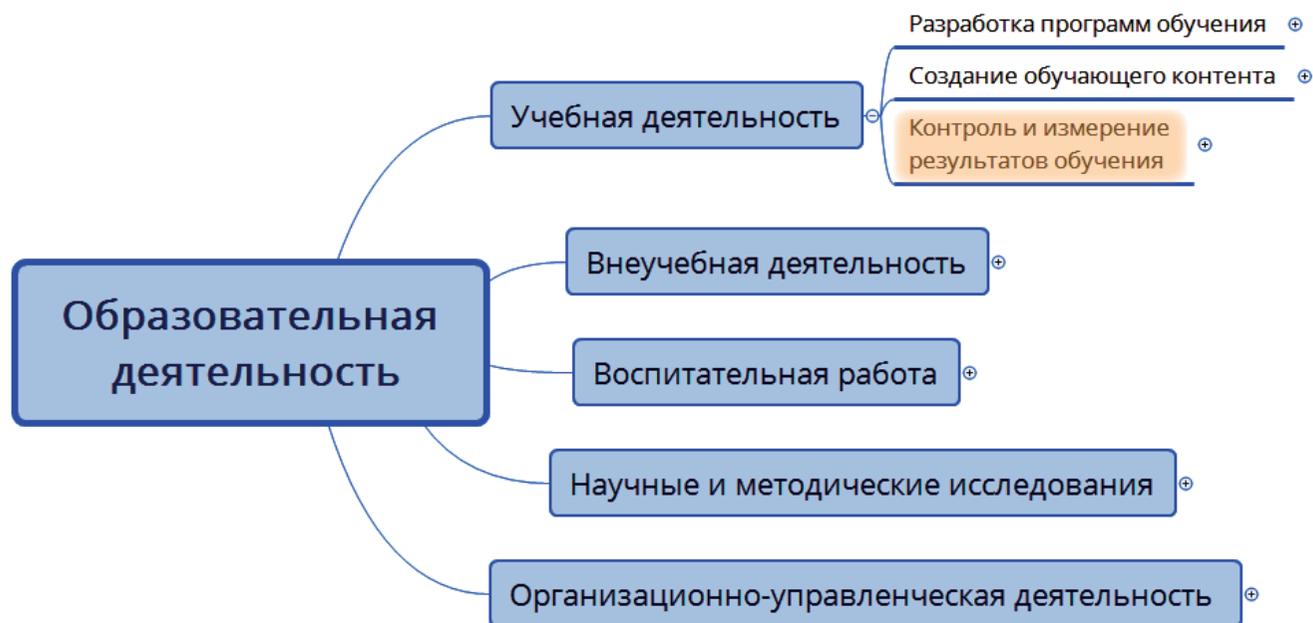


Рис. 2. Фрагмент дерева концептов, описывающего деятельность образовательного учреждения

Fig. 2. The fragment of the concept tree describing the activities of an educational institution

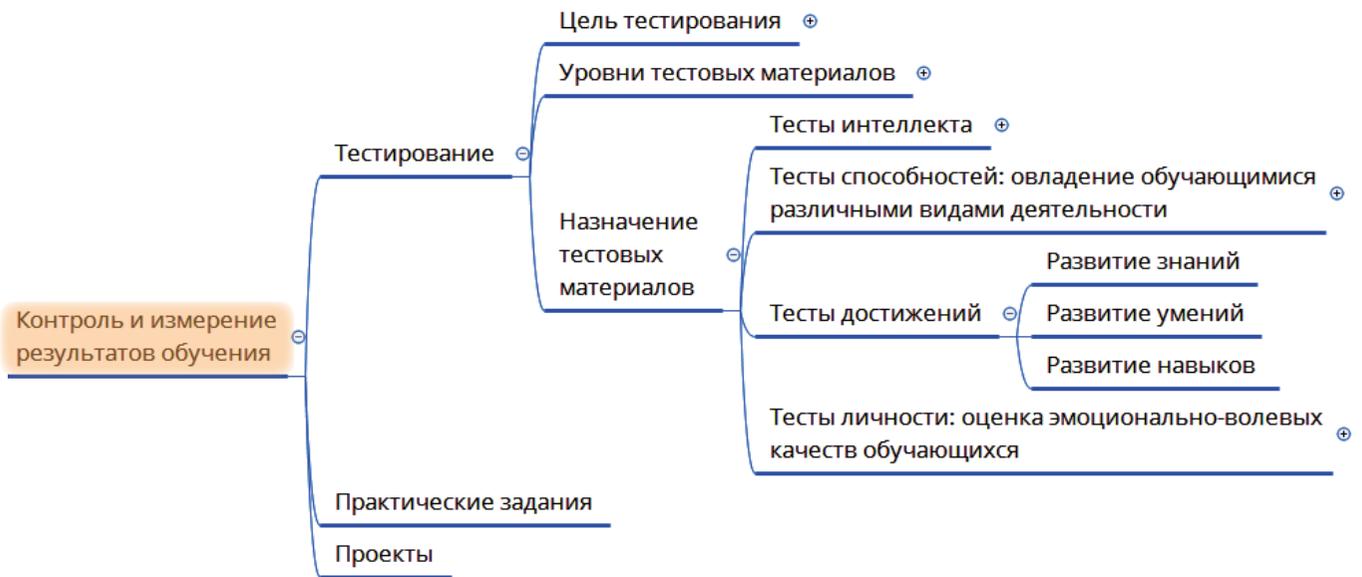


Рис. 3. Фрагмент дерева концептов: контроль и измерение результатов обучения
 Fig. 3. The fragment of the concept tree: control and measurement of learning outcomes

обходима дальнейшая работа по анализу ответов ChatGPT на запросы и создание уточняющих запросов, которые также рекомендуется составлять в соответствии с деревом концептов предметной области.

В исследовании не ставилась задача искать другие закономерности в ответах на запросы или сравнивать ответы разных систем, использующих ChatGPT. Была проанализирована только степень детализации ответов.

Разработанное дерево концептов большое по объему (почти 300 концептов) и продолжает расти и уточняться, поэтому для реализации данного под-

хода составления запросов предлагается встраивать в программное обеспечение, которое использует генеративный ИИ и требует ввода запросов от пользователя, функциональный блок, который будет помогать в их составлении.

5. Заключение

В настоящее время слишком мало известно о последствиях интеграции новых технологий, таких как ChatGPT, в образовательный процесс. Очевидно, что технологии ИИ трансформируют образование, и по-

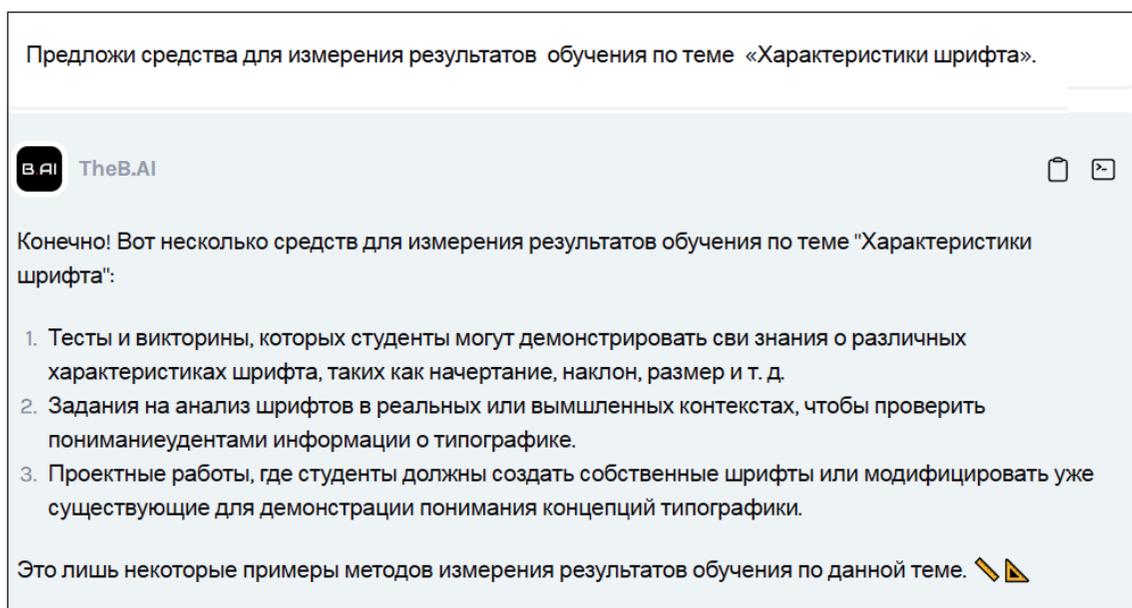


Рис. 4. Ответ ChatGPT на простой запрос
 Fig. 4. ChatGPT response to a simple request

Предложи средства для контроля и измерения результатов обучения по теме «Характеристики шрифта» учебного курса «Обработка медиаконтента» студентов бакалавриата. Назначение: тесты, развитие знаний.

В AI TheB.AI

Конечно! Для контроля и измерения результатов обучения по теме "Характеристики шрифта" в учебном курсе "Обработка медиа-контента" для студент бакалавриата, вы можете использовать следующие сред:

- 1 Создание онлайн-тестов: Вы можете использовать платформы, такие как Google Forms Moodle или Quizlet для создания тестовых вопросов. Э платформы предоставляют возможность создавать разнообразные типы вопросов (множественный выбор, соответствие, правда/ложь и др.) и автоматически оенивать ответы студентов.
- 2 Разработка заданий проектной деятельности: Студентам можно предложить выполн практических заданий связанных с характеристиками шрифта. Например, они могут создать свою собственую шрифтов композицию или провести аназ различных стилей шрифтов.
- 3 Испание специализировного программного обеспечения: Суют программы для работы со шрифтами, такие как Adobe Photoshop Adobe Illustrator. Вы можетеосить студентов проводить опенные операции связанные с характеристиками шфта используя эти инструменты.
- 4 Оргзация групповых проектных работ: Разделите студентов группы и дайте им задание разработать презентации на тему характеристик шрифта. Каждаяруппа может изучить конкретные аспекты (нпример, типографику, кегль размер) и поделся своими результатами с классом.

Надеюсь поможет! Если у вас есть ещё вопросы - не стесняйтесь спрашивать 😊

Рис. 5. Ответ ChatGPT на детализированный запрос
Fig. 5. ChatGPT response to a detailed request

этому педагоги должны постоянно повышать свои компетенции в области ИИ и практиковаться в их использовании в своей работе. С внедрением ИИ, в частности ChatGPT, структура обучения, учебных и контрольных материалов должны выйти за рамки традиционных методов. Уже сейчас понятно, что такие формы обучения, как групповые проекты, презентации и т. п., будут трансформироваться, чтобы стимулировать обучающихся и обучающихся развивать креативный подход к их работе. Для увеличения эффективности выполнения творческих и междисциплинарных проектов неоценимую помощь могут оказать технологии генеративного ИИ.

Эта статья задумывалась отчасти как пособие для пользователей, помогающее развивать умение использовать возможности генеративного ИИ (в частности, ChatGPT) в повседневной, практической работе. ChatGPT может быть полезным помощником, возможности которого в поиске информации, например, превосходят поисковую систему Google. Использование ChatGPT для агрегирования и обобщения информации экономит время, энергию и усилия, которые в противном случае были бы потрачены на поиск множества веб-страниц и баз данных, загрузку файлов, их фильтрацию и анализ.

ИИ может быть применен в различных сферах деятельности образовательных учреждений: в учеб-

ной, внеучебной, в воспитательной, методической и научной работе, организации процесса обучения. Передовые достижения в области ИИ, а именно генеративный ИИ (ChatGPT), позволяют повысить качество образовательной деятельности как обучающихся, так и обучающихся. Пользователи могут взаимодействовать с ChatGPT, используя точные и детальные запросы, описывая желаемый результат, предоставляя примеры и указывая нужную стилистику. Для помощи в составлении запросов удобно использовать дерево концептов, которое отражает различные аспекты изучаемого явления или объекта. Для получения релевантного ответа от ChatGPT запрос должен быть конкретным, лаконичным, однозначным, ориентированным на определенную цель и содержать описание или примеры. Также важно задавать дополнительные вопросы, т. е. использовать обратный поиск для получения более развернутого ответа от ChatGPT.

В целом ИИ может быть полезным помощником для обучающихся и обучающихся, предлагая передовые технологические решения, которые сделают обучение более эффективным, упростят ежедневные административные процессы и т. д. Однако важно, чтобы все участники образовательного процесса использовали ИИ осторожно и ответственно. Применение ИИ должно дополнять и поддерживать

работу преподавателя, а не заменять ее полностью, поскольку роль педагога остается ключевой для обеспечения качественного и эффективного обучения.

Список источников / References

1. Фролов С. А. Искусственный интеллект и архитектуру сознания: базовые когнитивно-поведенческие структуры и переход от Narrow AI к General AI. [б. м.]: Издательские решения; 2022. 254 с.

[Frolov S. A. Artificial intelligence and the architecture of consciousness: Basic cognitive and behavioral structures and the transition from Narrow AI to General AI. [b. m.]: Izdatel'skiye resheniya; 2022. 254 p. (In Russian.)]

2. Adiguzel T., Kaya M. H., Cansu F. K. Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology*. 2023;15(3):ep429. DOI: 10.30935/cedtech/13152.

3. Popescu E., Kinshuk, Khribi M. K., Huang R., Jemni M., Chen N.-Sh., Sampson D. G. Innovations in smart learning. Springer Singapore; 2017. 237 p. DOI: 10.1007/978-981-10-2419-1.

4. Паскова А. А. Практические аспекты применения ChatGPT в высшем образовании. *Вестник Майкопского государственного технологического университета*. 2023;15(3):67–74. EDN: KJTJNLA. DOI: 10.47370/2078-1024-2023-15-3-67-74.

[Paskova A. A. Practical aspects of using ChatGPT in higher education. *Vestnik Maykopskogo Gosudarstvennogo Tekhnologicheskogo Universiteta*. 2023;15(3):67–74. (In Russian.) EDN:KJTJNLA. DOI: 10.47370/2078-1024-2023-15-3-67-74.]

5. Cotton D. R. E., Cotton P. A., Shipway J. R. Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*. 2023;61(2):228–239. DOI: 10.1080/14703297.2023.2190148.

6. Chan C. K. Y. A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20(1):38. DOI: 10.1186/s41239-023-00408-3.

7. Zhu C., Sun M., Luo J., Li T., Wang M. How to harness the potential of ChatGPT in education? *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*. 2023;15(2):133–152. DOI: 10.34105/j.kmel.2023.15.008.

8. Kim S.-G. Using ChatGPT for language editing in scientific articles. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*. 2023;45:13. DOI: 10.1186/s40902-023-00381-x.

9. Warschauer M., Tseng W., Yim S., Webster T., Jacob Sh., Du Q., Tate T. The affordances and contradictions of AI-generated text for writers of English as a second or foreign language. *Journal of Second Language Writing*. 2023;62:101071. DOI: 10.1016/j.jslw.2023.101071.

10. Barrot J. S. Using ChatGPT for second language writing: Pitfalls and potentials. *Assessing Writing*. 2023;57:100745. DOI: 10.1016/j.asw.2023.100745.

11. Chan C. K. Y., Hu W. Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20:43. DOI: 10.1186/s41239-023-00411-8.

12. Zawacki-Richter O., Marin V. I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education — where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2019;16(1):39. EDN: HQOQKY. DOI: 10.1186/s41239-019-0171-0.

13. Halaweh M. ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary Educational Technology*. 2023;15(2):ep421. DOI: 10.30935/cedtech/13036.

14. Stojanov A. Learning with ChatGPT 3.5 as a more knowledgeable other: An autoethnographic study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20(1):35. DOI: 10.1186/s41239-023-00404-7.

15. Tlili A., Shehata B., Adarkwah M. A., Bozkurt A., Hickey D. T., Huang R., Agyemang B. What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environment*. 2023;10(1):15. DOI: 10.1186/s40561-023-00237-x.

16. Гаркуша Н. С., Городова Ю. С. Педагогические возможности ChatGPT для развития когнитивной активности студентов. *Профессиональное образование и рынок труда*. 2023;11(1):6–23. EDN: NBBIRG. DOI: 10.52944/PORT.2023.52.1.001.

[Garkusha N. S., Gorodova J. S. Pedagogical opportunities of ChatGPT for developing cognitive activity of students. *Professional'noye Obrazovaniye i Rynek Truda*. 2023;11(1):6–23. (In Russian.) EDN: NBBIRG. DOI: 10.52944/PORT.2023.52.1.001.]

17. Lo C. K. What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*. 2023;13(4):410. DOI: 10.3390/educsci13040410.

18. Zhai X. ChatGPT user experience: Implications for education. *SSRN*. 2022:1–18. DOI: 10.2139/ssrn.4312418.

19. Anikieva M. A. The choice of customisation strategies in training: An overview of parameters and their systematisation. *Australasian Journal of Educational Technology*. 2021;37(3):170–186. EDN: SFXOON. DOI: 10.14742/ajet.6185.

20. Crompton H., Burke D. Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023;20(1):22. DOI: 10.1186/s41239-023-00392-8.

21. Григорьев С. Г., Гриншкун В. В. Информатизация образования. Фундаментальные основы и практические приложения: Учебник для студентов педагогических вузов и слушателей системы повышения квалификации педагогов. Воронеж: Научная книга; 2014. 232 с.

[Grigoriev S. G., Grinshkun V. V. Informatization of education. Fundamentals and practical applications: A textbook for students of pedagogical universities and students of the teacher training system. Voronezh, Nauchnaya kniga; 2014. 232 p. (In Russian.)]

Информация об авторах

Григорьев Сергей Георгиевич, чл.-корр. РАО, доктор тех. наук, профессор, профессор департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0034-9224>; e-mail: grigorsg@yandex.ru

Аникьева Марина Анатольевна, канд. тех. наук, доцент кафедры систем искусственного интеллекта, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8155-5902>; e-mail: MANikieva@sfu-kras.ru

Information about the authors

Sergey G. Grigoriev, Corresponding Member of the RAE, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Professor at the Department of IT, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0034-9224>; e-mail: grigorsg@yandex.ru

Marina A. Anikieva, Candidate of Sciences (Engineering), Docent at the Department of Artificial Intelligence Systems, School of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8155-5902>; e-mail: MANikieva@sfu-kras.ru

Поступила в редакцию / Received: 04.03.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 30.04.24.

Принята к печати / Accepted: 07.05.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-16-28

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LMS MOODLE

Е. В. Карманова¹ ✉, Я. М. Захарова¹, А. В. Киселев¹¹ *Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия*✉ ev.karmanova@magtu.ru

Аннотация

Интеллектуальный анализ образовательных данных представляет собой технологию обработки больших объемов информации, собранной с помощью образовательных порталов, для оценки качества учебного контента и прогнозирования образовательных результатов. При использовании данной технологии применяются различные методы анализа данных: поиск аномалий и ассоциаций, классификация, кластерный, регрессионный и факторный анализ. Каждый из этих методов использует специальные инструменты, такие как электронные таблицы, высокоуровневые языки программирования (Python или R), аналитические low-code платформы (Loginom, Orange) или специализированные модули аналитики, внедренные в образовательные порталы.

В статье раскрываются возможности модуля «Аналитика», встроенного в LMS Moodle, для отслеживания и оптимизации образовательного процесса. Авторы дают рекомендации по настройке и использованию этого модуля в учебном процессе. Модуль «Аналитика» позволяет без навыков программирования создавать прогнозы успешности освоения отдельного учебного курса, не требует предобработки данных для анализа и дает возможность быстро принимать меры по совершенствованию учебного процесса на основе результатов прогноза. Однако модуль имеет и ряд недостатков (ограниченность признаков и моделей прогнозирования, высокие требования к вычислительным мощностям для запуска обучения моделей и построения прогнозов), поэтому администраторы образовательных порталов часто отключают его. В связи с этим был проведен эксперимент по обучению модели классификации для предсказания экзаменационных оценок студентов на основе деятельности обучающихся на образовательном портале МГТУ им. Г. И. Носова.

В ходе эксперимента были взяты данные об активности студентов на образовательном портале университета за один учебный год, построены модели машинного обучения для предсказания экзаменационной оценки по отдельному студенту и предмету. Результаты эксперимента показали, что точность предсказания оценки студента на промежуточной аттестации (по метрике F1) составляет 74 %. Это подтверждает эффективность использования учебной аналитики на основе данных пользователей образовательных платформ.

Ключевые слова: образовательный портал, учебная аналитика, модель машинного обучения, прогнозирование образовательных результатов, LMS Moodle.

Для цитирования:

Карманова Е. В., Захарова Я. М., Киселев А. В. Интеллектуальный анализ образовательных результатов студентов университета с использованием LMS Moodle. *Информатика и образование*. 2024;39(3):16–28. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-16-28.

EDUCATIONAL DATA MINING IN A UNIVERSITY USING LMS MOODLE

E. V. Karmanova¹ ✉, Ya. M. Zakharova¹, A. V. Kiselev¹¹ *Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, Russia*✉ ev.karmanova@magtu.ru

Abstract

Educational data mining is a technology for processing big data collected through educational portals and used for assessing the quality of educational content and predicting educational outcomes. Various data analysis methods are applied in the implementation of this technology, including anomaly detection, association rule mining, classification, cluster analysis, regression analysis, and factor analysis. Each of these methods uses special tools, such as spreadsheets, high-level programming languages (Python or R), low-code platforms (Loginom, Orange), or specialized analytics modules integrated into educational portals.

The article reveals the features of the “Analytics” module embedded in LMS Moodle for tracking and optimizing the educational process. The authors provide recommendations for configuring and using this module in the educational process. The module “Analytics” allows to create forecasts of the success rate of mastering a separate training course without programming skills, does not require data preprocessing for analysis, and allows to quickly take measures to improve the educational process based on the results of the forecast. However, the module has a number of disadvantages (limited attributes and forecasting models, high requirements for computing

power to run model training and build forecasts), so often administrators of educational portals disable this module. In this regard, an experiment was conducted to train a classification model for predicting students' examination scores based on students' activities on the educational portal of Nosov Magnitogorsk State Technical University.

In the course of the experiment, data on students' activity on the university's educational portal for one academic year were taken, and machine learning models were built to predict examination scores for an individual student and subject. The results of the experiment showed F1 74 % in predicting the score that the students would receive on the intermediate assessment. This confirms the effectiveness of using educational data mining based on user data from educational platforms.

Keywords: educational portal, educational data mining, machine learning model, forecasting educational results, LMS Moodle.

For citation:

Karmanova E. V., Zakharova Ya. M., Kiselev A. V. Educational data mining in a university using LMS Moodle. *InformatICS and Education*. 2024;39(3):16–28. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-16-28.

1. Введение

Современные высшие образовательные учреждения в качестве средств обучения и коммуникации используют образовательные порталы, размещая на них электронные курсы по отдельным дисциплинам. Как правило, электронные курсы содержат все необходимые элементы обучения: теоретические, практические и контрольно-измерительные материалы. Даже при обучении в очной форме, предполагающей обязательное присутствие студентов на лекционных и практических занятиях в стенах учебного заведения, наличие электронных курсов на образовательных порталах очень важно.

Портальные технологии (технологии, обеспечивающие работу крупного сетевого телекоммуникационного узла) позволяют не только размещать различного рода учебный контент, но и сохранять каждое действие студентов в виде логов¹, а значит, фиксировать образовательные результаты. На сегодняшний день при использовании таких технологий в вузах накапливается огромный массив данных (большие данные), умелая обработка и правильный анализ которых позволят не только получать информацию о качестве предоставляемого контента и организации учебного процесса, но и прогнозировать образовательные результаты.

Для качественного анализа больших данных сегодня используются методы и инструменты интеллектуального анализа данных (*англ.* Data Mining). В области образования эта технология еще не нашла широкого применения, но уже получила свое название — интеллектуальный анализ образовательных данных (ИАОД) (*англ.* Educational Data Mining) [1, 2], или учебная аналитика [3].

Одним из примеров использования методов интеллектуального анализа данных является построение поведенческого паттерна. Так, в торговле этот паттерн формируется на основе поведения покупателей, зафиксированного в истории их покупок, а целью анализа такого паттерна будет прогноз: какой продукт и в какое время приобретет отдельный покупатель. Для банков поведенческий паттерн — это действия клиентов, установленные на основе

проводимых ими транзакций, а цель анализа — определение того, является ли текущая транзакция мошеннической.

В рамках ИАОД можно получать поведенческий паттерн обучающегося на основе его деятельности на электронной образовательной платформе [4] и предсказывать, какую оценку в результате он получит по отдельной дисциплине. Реализация таких прогнозов с использованием методов машинного обучения позволяет выявлять важные факторы, влияющие на результаты процесса обучения. В частности, с помощью этих прогнозов можно доказать, что информирование студентов о целях учебных курсов в рамках онлайн-обучения имеет важное значение, поскольку именно осознание целей обучения стимулирует познавательную деятельность обучающихся и, как следствие, влияет на результаты [5]. В то же время сами студенты, видя предсказание системы, будут на ранних этапах обучения понимать, насколько верно они организуют свою самостоятельную учебную деятельность.

В целом с помощью ИАОД можно определить перечень учебных предметов, трудных для освоения, узнать, какие учебные темы вызывают повышенный интерес у обучающихся, проверить, как быстро выпускники с высокими оценками находят работу и есть ли зависимость между их образовательными результатами и заработной платой [6, 7].

Несмотря на описанные преимущества, использование учебной аналитики все еще мало распространено: существует проблема в управлении учебным процессом на базе портальных технологий, поскольку преподаватели не владеют специализированными инструментами и методами анализа моделей поведения студентов на основе больших данных. В связи с этим в рамках нашего исследования была поставлена **цель продемонстрировать возможности использования современных инструментов ИАОД и описать опыт их применения.**

2. Методы и инструменты интеллектуального анализа образовательных данных

Основным назначением ИАОД является обнаружение скрытых закономерностей, полезных знаний об образовательном процессе и его участниках для поддержки принятия решений. В статье Е. В. Ширинкиной «Методы интеллектуального анализа

¹ Логи (*англ.* log — протокол, журнал, судовой журнал) — записи в базе данных, которые содержат информацию о действиях пользователей в системе (времени входа и выхода из системы, просмотрах курсов и учебных материалов, выполнении заданий, обсуждениях на форумах и т. д.).

данных и образовательной аналитики» [8] подробно рассматриваются основные методы образовательной аналитики:

- *поиск аномалий* — определение «нетипичных» студентов (не успевающих за темпом программы или, наоборот, значительно опережающих ее) либо выявление подозрительного поведения студентов на образовательной платформе (слишком высокая активность) и др.;
- *поиск ассоциаций* — выявление взаимосвязи между поведенческими паттернами студентов и трудностями, которые они испытывают при обучении, между полом студента и его успехами в определенных предметах, определение зависимости успешного выполнения заданий студентами от погодных условий или времени выполнения задания;
- *классификация* — выявление студентов, которые находятся в зоне риска отчисления, либо определение качества учебного материала в электронных курсах;
- *кластерный анализ* — объединение учебного материала или слушателей в группы (кластеры) по схожим паттернам;
- *регрессионный анализ* — оценка статистической значимости отдельных показателей образовательного процесса и характеристик студентов;
- *факторный анализ* — определение того, какие черты поведения студентов приводят к неуспеваемости, отказу от обучения и др.

Для реализации описанных методов ИАОД необходим удобный и понятный для преподавателя инструментарий. Перечислим основные виды инструментов для реализации ИАОД и их характеристики:

- *электронные таблицы* позволяют визуализировать данные, вести описательную статистику по табличным данным (рассчитывать среднее, медианное, максимальные, минимальные значения и т. д.), однако не предназначены для моделей машинного или глубокого обучения, которые могли бы предсказать риск отчисления студентов, их аномальное поведение и т. д.;
- *языки программирования (как правило, Python или R)* имеют уже готовые библиотеки и модули для реализации ИАОД. Основная сложность их применения заключается в том, что пользователи должны владеть программированием для использования всех возможностей данного инструмента;
- *аналитические low-code платформы* имеют готовые наборы компонентов и моделей машинного обучения для реализации ИАОД (к примеру, Loginom). Преимуществом использования данных платформ является возможность выполнения анализа данных без знания основ программирования.

Поскольку современные образовательные учреждения используют при организации учебного

процесса системы управления обучением (Moodle, iSpring Learn, Open edX и др.), именно наличие в этих системах функционала по реализации ИАОД является наиболее эффективным решением, которое позволило бы не только преподавателям, но и руководству учреждений гибко, качественно и своевременно получать необходимую информацию об учебном процессе.

В работе Г. В. Садыковой и О. И. Северьянова «Дистанционное обучение в эпоху пандемии: опыт российских преподавателей» [9] отмечается, что одной из самых распространенных платформ для организации электронного обучения в России является Moodle. А. И. Шамсутдинова и Г. Ф. Хасанова в статье «Образовательная аналитика результатов повышения квалификации преподавателей в LMS Moodle» [10] подчеркивают эффективность Moodle, особенно для университетов, реализующих программы повышения квалификации профессорско-преподавательского состава. Е. К. Якунина и М. В. Романова в работе «Преимущества и возможности применения СДО Moodle в общеобразовательных учебных заведениях» [11] акцентируют внимание на том, что популярность системы Moodle обусловлена ее открытым исходным кодом, бесплатностью, а также разнообразием встроенных модулей и инструментов для создания интерактивных образовательных материалов.

Система управления обучением (*англ.* Learning Management System, LMS) Moodle (*англ.* Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment — модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда) хранит журнал событий (логи), который можно использовать для реализации методов интеллектуального анализа образовательных данных (ИАОД). Например, Е. Н. Мащенко и Е. В. Ченгарь в статье «Анализ данных журналов событий системы дистанционного обучения для задач учебной аналитики» [12] применяют визуализацию данных из журналов событий Moodle для исследования активности обучающихся в электронном курсе. А. Б. Степанов в работе «Данные цифровой образовательной среды как инструмент успешного взаимодействия субъектов электронного образования» [13] акцентирует внимание на аналитическом подходе к обработке данных в Moodle, выделяя ключевые типы данных и факторы, влияющие на успеваемость обучающихся, такие как частота взаимодействий с платформой, продолжительность работы с заданиями и время посещения страниц курса. Р. В. Есин Т. А. Кустицкая, М. В. Носков в статье «Прогнозирование успешности обучения по дисциплине на основе универсальных показателей цифрового следа LMS Moodle» [14] описывают способы использования обобщенных показателей цифрового следа обучающегося, полученных из журналов событий Moodle, для раннего прогнозирования успешности промежуточной аттестации. Е. Terbusheva, X. Piotrowska, S. Kalmykova в работе «Analytics of the digital behavior of Russian first-year university students: Case study» [15] раскрывают аналитический потенциал встроенных и внешних инструментов Moodle, демонстрируя, что

даже самые простые аналитические инструменты дают полезные результаты. В исследовании В. И. Токтаровой и О. Г. Поповой «Анализ образовательных данных взаимосвязи успешности обучения и поведения студентов в цифровой образовательной среде вуза» [16] показана линейная зависимость между поведением обучающегося в электронном курсе, размещенном на платформе Moodle, и его итоговой оценкой. Анализ зависимостей проводился в рамках одного курса по программированию. В то же время R. R. Estacio и R. C. Raga «Analyzing students online learning behavior in blended courses using Moodle» [17] показывают: корреляция между активностью обучающихся в онлайн-среде и их успеваемостью может сильно варьироваться, что связано, среди прочего, с дизайном электронных курсов.

Таким образом, многие исследователи отмечают высокий аналитический потенциал системы Moodle благодаря накоплению в ней данных об активности обучающихся. В связи с этим с версии 3.4, выпущенной в ноябре 2017 года, Moodle включает в себя аналитику обучения с открытым исходным кодом, выходящую за рамки описательной аналитики. Модели Moodle позволяют использовать методы машинного обучения для предсказания успеваемости обучающегося и выдачи рекомендаций студентам и преподавателям по совершенствованию качества учебного процесса. Для работы с аналитическими моделями в Moodle представлен отдельный модуль «Аналитика».

Несмотря на то, что Moodle является самой популярной LMS в России, научных трудов, посвященных ее аналитическим возможностям, крайне мало. В основном это статьи небольшого объема, которые не раскрывают потенциал платформы полностью, не дают подробных рекомендаций по настройке и использованию модуля «Аналитика». Необходимо отметить, что серьезной проблемой научной литературы является быстрое устаревание источников. Инструменты аналитики LMS Moodle постоянно совершенствуются и обновляются, поэтому статьи, написанные более двух лет назад, сегодня не могут считаться актуальными и достоверными.

3. Возможности модуля «Аналитика» LMS Moodle для интеллектуального анализа образовательных результатов

Инструменты, собранные в модуле «Аналитика», позволяют оценивать текущие результаты образовательного процесса, находить скрытые закономерности и связи в большом объеме образовательных данных, делать прогнозы на основании имеющихся данных, уведомлять участников образовательного процесса о возможных проблемах и рисках.

Аналитика обучения Moodle поддерживает два вида моделей:

- **прогностические модели**, которые обучаются на основе исторических данных об-

разовательного портала (активности всех пользователей) с использованием методов машинного обучения. Эти модели предназначены для обнаружения скрытых взаимосвязей в образовательных данных. Примером является встроенная модель «Студенты с риском отчисления», которая позволяет предсказать, кто из студентов недостаточно активно работает на курсе и рискует его не закончить. Кроме того, можно самостоятельно создавать различные модели для прогнозирования академических достижений обучающихся, выбирая для них соответствующие показатели;

- **статистические модели**, которые не требуют предварительного обучения и выводят уведомления о предстоящих событиях, основанные на метаданных отдельных электронных курсов. Метаданными могут являться сведения о количестве записанных студентов и преподавателей на курс, сроках выполнения заданий и др., событиями — запуск курса, окончание курса и др.

В таблице 1 представлена краткая информация о встроенных моделях аналитики LMS Moodle.

В рамках нашего исследования особый интерес представляет модель «Студенты с риском отчисления», которая на основе изученных паттернов поведения обучающихся определяет студентов, рискующих не завершить курс. В ней используется модель вовлеченности обучающихся Ч. Гаррисона «сообщество исследований» (англ. Community of Inquiry), которая состоит из трех компонентов [18, 19]:

- **познавательная деятельность** (англ. Cognitive Presence) — реализация условий для активизации познавательной деятельности студентов через эффективное взаимодействие «студент — контент»;
- **педагогическое сопровождение** (англ. Teacher Presence) — создание эффекта кругло-суточного присутствия преподавателя в электронной образовательной среде и возможность взаимодействия «студент — преподаватель»;
- **социальная составляющая** (англ. Social Presence) — создание условий для формирования учебного сообщества и возможностей проявления личностных качеств в процессе учебной коммуникации «студент — студент».

Стоит отметить, что у модели «Студенты с риском отчисления» в Moodle имеются некоторые ограничения:

1. Модель требует присутствия в Moodle определенного количества данных, с помощью которых можно делать прогнозы. Курс должен содержать элементы Moodle, посредством которых можно оценить познавательную деятельность и социальную составляющую.
2. Модель предполагает, что курсы имеют фиксированные даты начала и окончания обучения, и не предназначена для использования на курсах со скользящей регистрацией.

Встроенные модели аналитики LMS Moodle**The built-in LMS Moodle analytics models**

№ п/п	Название	Вид	Функциональное назначение	Технология реализации
1	«Ближайшие учебные мероприятия»	Статистическая	Позволяет отправлять пользователям уведомления о ближайших учебных мероприятиях	Проверяет элементы курса с предстоящими сроками выполнения и выводит данные на страницу календаря пользователя
2	«Курсы, которые могут не начаться»	Статистическая	Данная модель выводит отчет о том, какие курсы с предстоящей датой могут не начаться, так как на них не назначен преподаватель или не зачислены студенты	Основывает прогнозы на следующих предположениях: <ul style="list-style-type: none"> • если нет обучающихся, то курс может не начаться; • если нет преподавателя, то курс может не начаться
3	«Студенты, которые давно не заходили в курс»	Статистическая	Определяет студентов, не заходивших в электронный курс, на который они зачислены, в течение длительного времени (по умолчанию — один месяц)	Основывается на том, какие курсы доступны для студента
4	«Студенты, которые еще не заходили в курс»	Статистическая	Определяет студентов, которые никогда не заходили в электронный курс, на который они зачислены	Основывается на том, какие электронные курсы доступны для студента
5	«Студенты с риском отчисления»	Прогностическая	Позволяет определить студентов, недостаточно активно работающих на курсе и рискующих его не закончить	Создает прогнозы с помощью технологии машинного обучения

3. Курс должен иметь определенную длительность, чтобы его можно было разбить на временные интервалы.

4. Курсы не будут включены в обучение или прогнозы, если даты начала и окончания обучения отличаются друг от друга более чем на один год.

Помимо использования моделей, встроенных по умолчанию, модуль «Аналитика» позволяет создавать прогностические модели самостоятельно. Получение точных прогнозов требует правильной настройки модуля «Аналитика». Доступ к настройкам имеет пользователь с правами администратора. **В прогностических моделях Moodle выделяют четыре основных компонента, которые необходимо задать при создании новой модели:**

1. Функции:

- выявление студентов, которые рискуют не достичь компетенций, обеспечиваемых курсом;
- выявление студентов, которые рискуют не выполнить условия завершения курса;
- выявление студентов с риском отчисления;
- выявление студентов, которые рискуют не набрать минимальную оценку для завершения курса.

2. Критерии анализа:

- предоставление доступа к курсу после даты окончания;

- наличие доступных курсов;
- возможность записи любого действия в курсе;
- активность;
- возможность отслеживания завершения и т. д.

3. Интервалы анализа:

- без ограничений по времени;
- через месяц после начала;
- через одну неделю после начала;
- последние три дня;
- последний месяц;
- прошлая неделя;
- последний квартал и т. д.

4. Обработчик прогнозов:

- механизм машинного обучения PHP реализует логистическую регрессию с использованием PHP-ML (предоставлено Moodle);
- механизм машинного обучения Python реализует нейронную сеть прямого распространения одного скрытого слоя с использованием TensorFlow.

На рисунке 1 представлены основные этапы работы с модулем «Аналитика», которые мы рассмотрим более подробно.

На этапе постановки цели необходимо ответить на следующие вопросы:

- 1) Для чего внедряется аналитика?



Рис. 1. Основные этапы работы с модулем «Аналитика»

Fig. 1. The main stages of working with the “Analytics” module

- 2) Какие показатели необходимо получить?
- 3) Как это поможет оптимизировать процесс обучения?
- 4) Что делать, если результат весьма вероятен или маловероятен?
- 5) Кто и каким способом должен быть уведомлен о результатах аналитики?

На этапе сбора и организации данных важно определить качественные показатели (какие элементы мы будем использовать для анализа) и количественные показатели (сколько элементов предполагается проанализировать). Указываются интервалы анализа, выбираются обработчик прогнозов и электронные курсы, на которых будет проводиться обучение.

На этапе обучения модели запускается процесс ее обучения на всех исторических данных, которые накопились за время работы образовательного портала, с учетом выбранных электронных курсов. В случае, если данных недостаточно для обучения, система выводит соответствующее предупреждение и останавливает процесс.

На этапе анализа и интерпретации данных пользователь, имеющий соответствующие права, просматривает созданный моделью прогноз и принимает решение о необходимости рассылки уведомлений с результатами прогноза заинтересованным лицам, о корректировке элементов обучения и т. д.

4. Эксперимент по использованию модуля «Аналитика» LMS Moodle на базе образовательного портала вуза

В рамках исследования была проведена апробация использования модуля «Аналитика» на базе образовательного портала Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова (МГТУ им. Г. И. Носова). В ходе эксперимента были выявлены следующие ограничения:

- производительность образовательного портала резко снизилась, ресурсы портала стали загружаться медленнее;
- не выполнялись требования модуля «Аналитика», поскольку большинство электронных курсов не имели настроек с фиксированными датами начала и окончания разделов.

В связи с этим была развернута тестовая система на базе LMS Moodle и проведен эксперимент на искусственно сгенерированных данных. Для обучения прогностической модели было создано четыре курса длительностью в одну неделю. На этих курсах имитировалась деятельность десяти студентов, из которых:

- четыре студента полностью выполняли все задания курса;
- три студента не выполнили одно или несколько из контрольных заданий курсов;
- у троих студентов была нулевая активность.

Соответственно, успешно закончили курсы четыре студента из десяти.

Далее для анализа работоспособности прогностической модели «Студенты с риском отчисления» был создан электронный курс «Интеллектуальный анализ данных», состоящий из пяти учебных тем. Каждая тема содержала контрольное задание, вводная тема включала в себя тест из десяти вопросов. В курс было добавлено десять студентов и один преподаватель. На протяжении двух недель имитировалась деятельность студентов и преподавателя. Двое из десяти студентов выполнили все задания курса, остальные только посещали разделы курса. После запуска прогноза система представила список студентов с риском отчисления, который отображен на рисунке 2.

В результате модель предсказала, что девять из десяти студентов недостаточно активно работают и рискуют не закончить курс. Студент 2, которого модель не включила в список студентов с риском отчисления, проявлял активность на курсе, хотя выполнил еще не все задания. При этом Студент 1 и Студент 3 также регулярно заходили в электронный курс и уже выполнили все условия для его успешного завершения. Таким образом, можно утверждать, что прогноз не полностью соответствует действительности. На рисунке 3 представлен отчет по деятельности Студента 1.

Кроме того, предоставляется отчет со значениями по каждому показателю, на основе которого был сделан прогноз. На рисунке 4 представлен такой отчет по Студенту 1.

На наш взгляд, причиной полученных результатов прогноза могли стать следующие обстоятельства:

- модель обучалась на искусственных данных, и, возможно, паттерны поведения всех студентов были схожими между собой;
- при обучении модели не хватило данных (небольшое количество электронных курсов, студентов, элементов курса, на которых обучалась модель);
- модель рассматривает как важный признак высокую активность студентов по освоению курса.

Таким образом, LMS Moodle предоставляет набор встроенных инструментов для реализации учебной аналитики. **Можно выделить следующие преимущества использования модуля «Аналитика» Moodle:**

- не требует установки дополнительных программных средств;
- не требует навыков программирования для создания прогнозов на основе методов машинного обучения;
- не требует дополнительных манипуляций с данными (не нужно выгружать, чистить, нормировать данные);
- позволяет быстро принимать меры на основе результатов прогноза (например, сразу отправить сообщение студенту).

К недостаткам модуля «Аналитика» стоит отнести следующее:

- большинство встроенных моделей являются статистическими и не предполагают прогнозов;

Студенты с риском отчисления

Обратите внимание, что следующие инсайты являются только предположениями. Невозможно с уверенностью предсказать будущее. Информация предоставляется для того, чтобы можно было предпринять необходимые действия и любые негативные прогнозы не стали реальностью.

✕

<input type="checkbox"/>	Описание	Действия
<input type="checkbox"/>	C1 Студент 1	
<input type="checkbox"/>	C3 Студент 3	
<input type="checkbox"/>	C4 Студент 4	
<input type="checkbox"/>	C5 Студент 5	
<input type="checkbox"/>	C6 Студент 6	

Рис. 2. Результат прогноза модели «Студенты с риском отчисления»

Fig. 2. The result of the “Students at risk of expulsion” forecast

C1

Студент 1

Краткий отчет

Общее

-

 просмотров - 2 вторник, 30 января 2024, 15:46 (44 мин. 43 сек.)

Тема 1

 Оценка 100,00 / 100,00 среда, 17 января 2024, 11:00 (13 дн. 5 час.)

 Оценка: 10,00 / 10,00 вторник, 30 января 2024, 15:22 (1 ч. 9 мин.)

Тема 2

 Оценка 100,00 / 100,00 воскресенье, 21 января 2024, 12:55 (9 дн. 3 час.)

Тема 3

 Оценка 100,00 / 100,00 воскресенье, 21 января 2024, 15:01 (9 дн. 1 ч.)

Тема 4

 Оценка 100,00 / 100,00 воскресенье, 28 января 2024, 21:37 (1 день 18 час.)

Тема 5

 Оценка 99,00 / 100,00 вторник, 30 января 2024, 15:47 (43 мин. 56 сек.)

Рис. 3. Краткий отчет по Студенту 1

Fig. 3. The brief report for Student 1

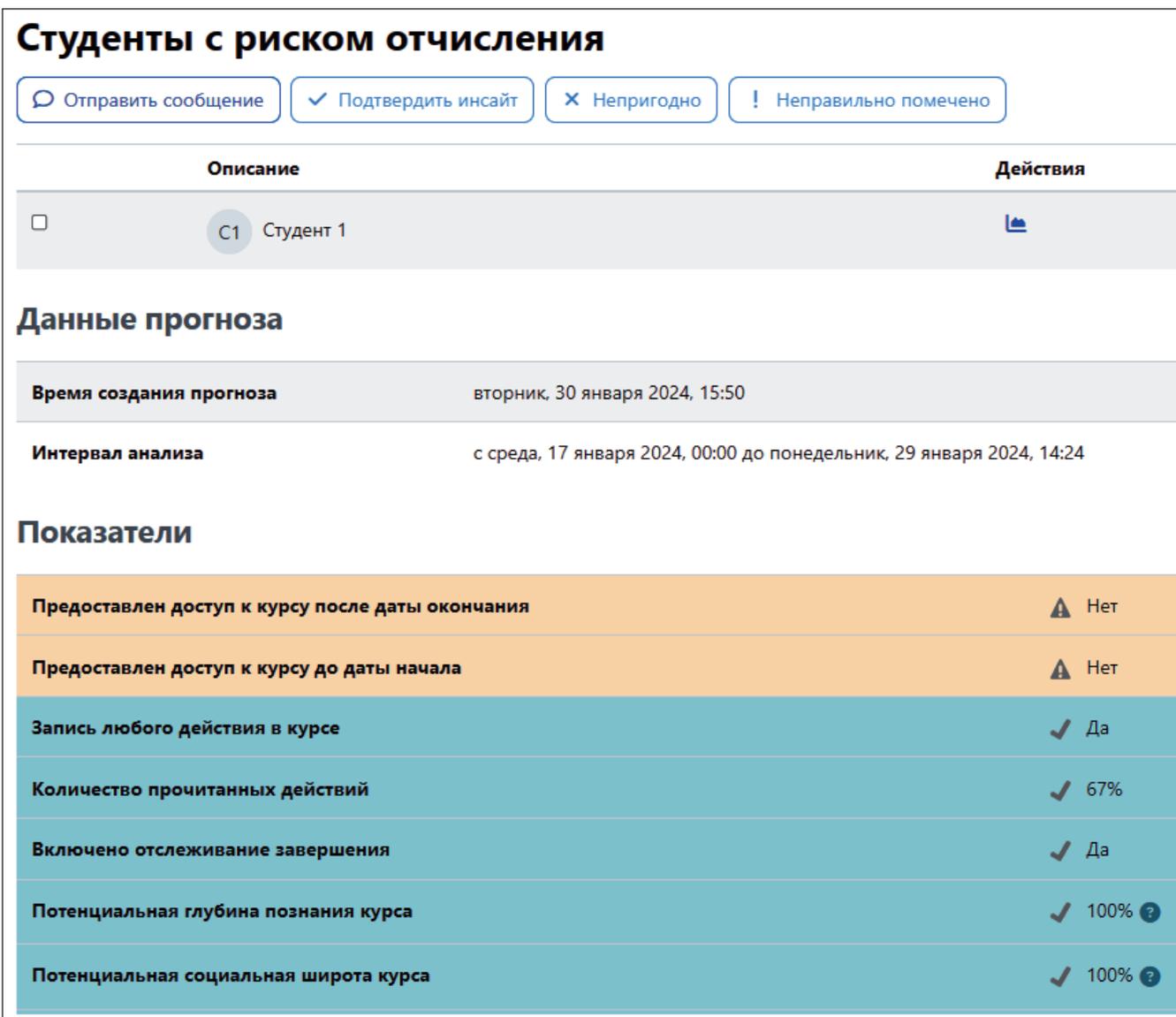


Рис. 4. Значения показателей для Студента 1

Fig. 4. Indicator values for Student 1

- модели, использующие технологии машинного обучения, не работают для курсов с плавающей датой;
- признаки, на которых может обучаться модель, ограничены;
- прогнозы не всегда точны (особенно если у модели было мало данных для обучения).

5. Методы машинного обучения для предсказания результатов учебной деятельности студентов на основе логов LMS Moodle

Описанные ранее ограничения модуля «Аналитика» не позволили провести эксперимент по определению возможности прогнозирования образовательных

результатов, основываясь на паттернах поведения студентов при работе с электронными курсами на базе образовательного портала МГТУ им. Г. И. Носова. В связи с этим было решено провести ИАОД, выгрузив отдельно все логи пользователей из базы данных LMS Moodle, и построить модель классификации — предсказания оценок студентов.

Данные были импортированы из Moodle MySQL в базу данных ClickHouse¹ [20]. Общий объем записей составил более 100 млн различных событий. Каждый раз, когда студент совершает какое-либо действие на образовательном портале, происходит генерация определенного события. Например, событие «Просмотр курса» фиксируется, когда пользователь зашел на

¹ ClickHouse — столбцовая система управления базами данных для онлайн-обработки аналитических запросов. Подробнее см.: <https://clickhouse.com/docs/ru>

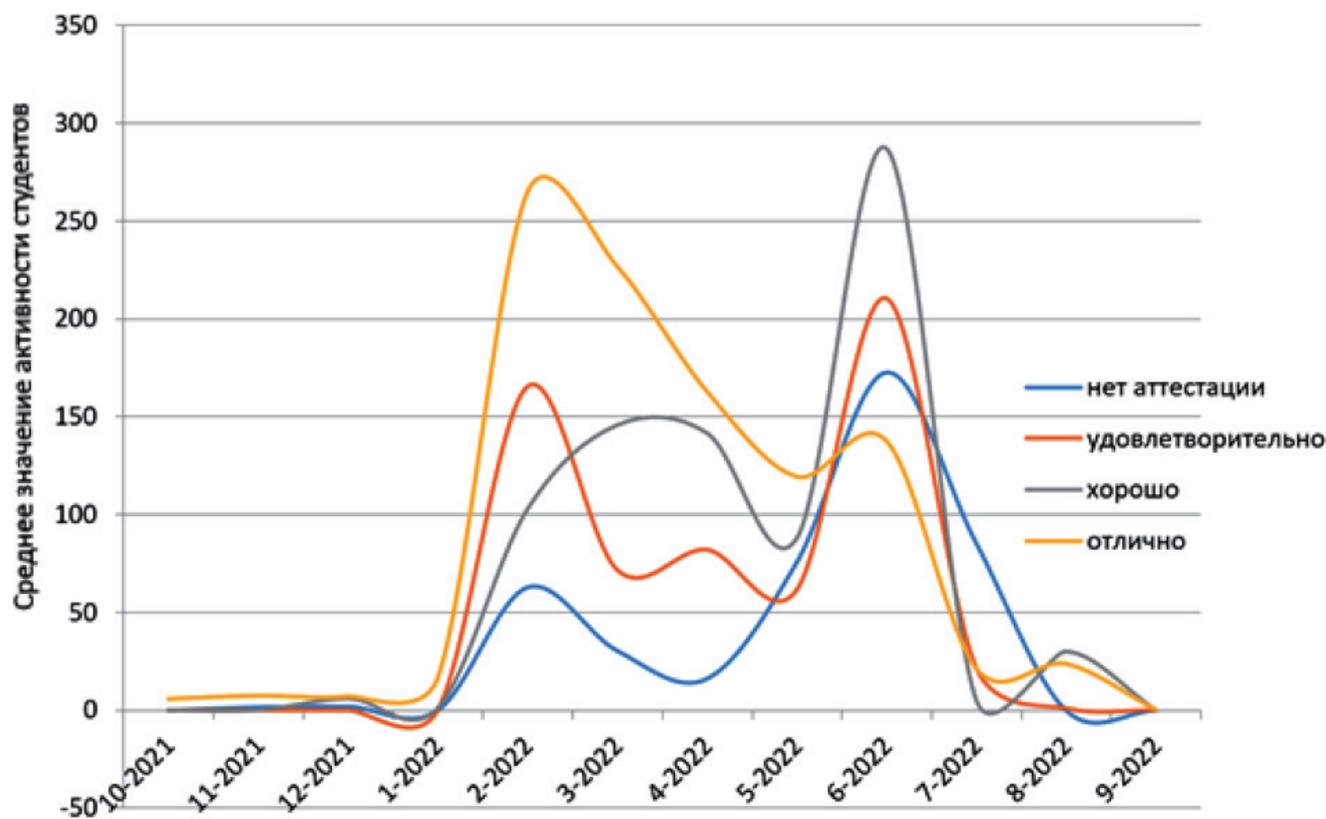


Рис. 5. Распределение активности по виду аттестации

Fig. 5. Distribution of activity by type of certification

курс; событие «Оценка студента» сохраняется, когда преподаватель оценил выложенное студентом задание. Насчитывается более 200 различных типов событий.

Данные по активности студентов были взяты за период с октября 2021 года по октябрь 2022 года. Для визуализации использовался инструмент Yandex DataLens¹, который берет информацию напрямую из базы данных ClickHouse.

В ходе исследования была сформулирована гипотеза: *чем больше событий генерирует пользователь, тем выше вероятность получить более высокую оценку в рамках промежуточной аттестации* (данное предположение было выдвинуто в результате применения модели предсказания студентов с риском отчисления с помощью модуля «Аналитика» Moodle). Уточним, что были взяты данные для дисциплин, заканчивающихся формой промежуточного контроля «экзамен». В импортированном наборе данных содержалась информация о 6316 студентах и 893 электронных курсах.

Для проверки гипотезы была проведена предобработка данных: агрегированы логи студентов с образовательного портала и добавлены результаты промежуточной аттестации из информационной системы университета. Визуализация распределения

активностей студентов по результатам промежуточной аттестации показала (рис. 5), что площадь под графиком функции у отличников больше, чем у хорошистов, и т. д. Кроме того, наблюдаются периоды высокой активности в начале и в конце семестра: студенты генерируют больше событий, что подтверждают их активные действия перед сессией и во время начала учебного семестра.

Затем все активности студентов были сгруппированы по неделям, поскольку занятия по отдельным дисциплинам повторяются в среднем один или два раза в неделю и не имеет смысла обрабатывать логи по каждому дню. Кроме того, некоторые студенты выделяют время на учебу в будние дни, а другие могут учиться только по выходным, поэтому неделя — оптимальный временной интервал, за который можно делать срез и анализировать промежуточные результаты.

Чтобы сохранять нарастающий итог и понимать темп прироста событий по каждому из них, нами были введены дополнительные критерии с добавлением `_avg` в имени, которые отражают среднее значение событий конкретного типа по определенному студенту и отдельной учебной дисциплине за эту неделю, а также предыдущие события этой недели. Таким образом, был сформирован набор данных об активности студентов образовательного портала, содержащий 20 признаков и 136 795 записей. Срез этого набора представлен в таблице 2.

¹ Yandex DataLens — сервис анализа и визуализации данных от Yandex Cloud. Подробнее см.: <https://datalens.yandex.cloud/>

Срез набора данных с информацией об активности студентов по неделям

Dataset slice with information on student activity by week

courseid	userid	num_week	s_all	s_all_avg	...	name_formopril	leveled	num_sem	kurs
71 262	34 527	6	9	9	...	1	1	2	2
71 262	34 527	7	0	4,5	...	1	1	2	2
71 262	34 527	8	0	3	...	1	1	2	2
...

Представим описание признаков полученного набора данных:

- `courseid` — уникальный идентификатор курса, дисциплины;
- `userid` — уникальный идентификатор студента (не используется в обучении);
- `num_week` — номер недели в году;
- `s_all` — количество всех событий на текущий момент;
- `s_all_avg` — среднее количество всех событий в неделю;
- `s_course_viewed` — количество просмотров курса;
- `s_course_viewed_avg` — среднее количество просмотров курса в неделю;
- `s_q_attempt_viewed` — количество просмотров теста;
- `s_q_attempt_viewed_avg` — среднее количество просмотров теста в неделю;
- `s_a_course_module_viewed` — количество просмотров модуля в курсе;
- `s_a_course_module_viewed_avg` — среднее количество просмотров модуля в курсе в неделю;
- `s_a_submission_status_viewed` — количество отправленных заданий на проверку;
- `s_a_submission_status_viewed_avg` — среднее количество ответов;
- `namer_level` — оценка за дисциплину;
- `depart` — номер кафедры;
- `name_osno` — основа обучения (имеет два значения: бюджет или контракт);
- `name_formopril` — форма обучения;

- `leveled` — уровень образования (имеет два значения: бакалавриат, магистратура);
- `num_sem` — номер семестра;
- `kurs` — номер курса учебной группы.

В рамках исследования нами были применены методы машинного обучения для прогнозирования оценок студентов на экзамене по отдельной учебной дисциплине начиная со второй недели от начала обучения. Для реализации задачи прогнозирования были обучены четыре модели классификации [21]:

- *k*-ближайших соседей (*англ.* *k*-nearest Neighbors Classifier);
- деревья решений (*англ.* Decision Tree Classifier);
- случайный лес (*англ.* Random Forest Classifier);
- CatBoost (*англ.* CatBoost Classifier).

Полученные модели были сравнены по доле правильных ответов (метрика *Accuracy*), по среднему гармоническому значению точности и полноты (метрика *F1*), а также по времени обучения (табл. 3).

В результате анализа полученных моделей было выявлено, что модель на основе случайного леса дает лучший прогноз. В таблице 4 представлен классификационный отчет по каждому предсказываемому классу (в нашем случае класс — это итоговая оценка студента). Помимо метрики *F1*, данный отчет содержит следующие показатели:

- точность модели (метрика *Precision*) показывает, насколько точно модель предсказывает положительные примеры для каждого класса;
- полнота модели (метрика *Recall*) показывает, насколько хорошо модель находит все положительные примеры для каждого класса;

Сравнение моделей машинного обучения по предсказанию экзаменационных оценок у студентов

Comparison of machine learning models for predicting student examination scores

Модель	Метрика <i>Accuracy</i>	Метрика <i>F1</i>	Время обучения (с.)
<i>k</i> -nearest Neighbors Classifier	0,66	0,63	47
Decision Tree Classifier	0,73	0,71	5
Random Forest Classifier	0,76	0,74	123
CatBoost Classifier	0,69	0,66	571

Метрики качества модели на основе случайного леса

Quality metrics of random forest classifier

Класс (оценка)	Метрика <i>Precision</i>	Метрика <i>Recall</i>	Метрика <i>F1</i>	Показатель <i>Support</i>
2	0,76	0,66	0,70	14 555
3	0,74	0,72	0,73	23 220
4	0,72	0,69	0,70	43 079
5	0,79	0,86	0,82	55 941
Macro avg	0,75	0,73	0,74	136 795

- показатель *Support* отображает количество образцов (в нашем случае студентов) каждого класса в наборе данных.

Как видно из таблицы 4, модель случайного леса лучше всего предсказывает оценку «отлично» (точность — 79 %), хуже всего — оценку «хорошо» (точность — 72 %).

С помощью модели случайного леса было также определено, какие признаки набора данных являются наиболее важными для прогнозирования, насколько каждый признак влияет на итоговую оценку. На рисунке 6 представлен график ранжирования при-

знаков по степени влияния для модели случайного леса. Как видно из рисунка, ведущими признаками для классификационной модели являются:

- учебная дисциплина;
- среднее количество всех событий в неделю;
- среднее количество просмотров и т. д.

Полученные модели классификации студентов позволяют сделать вывод о возможности прогнозирования успеваемости студентов на основе их активности начиная со второй недели обучения. Модель случайного леса показала большую метрику качества *F1* в сравнении с другими заявленными моделями.

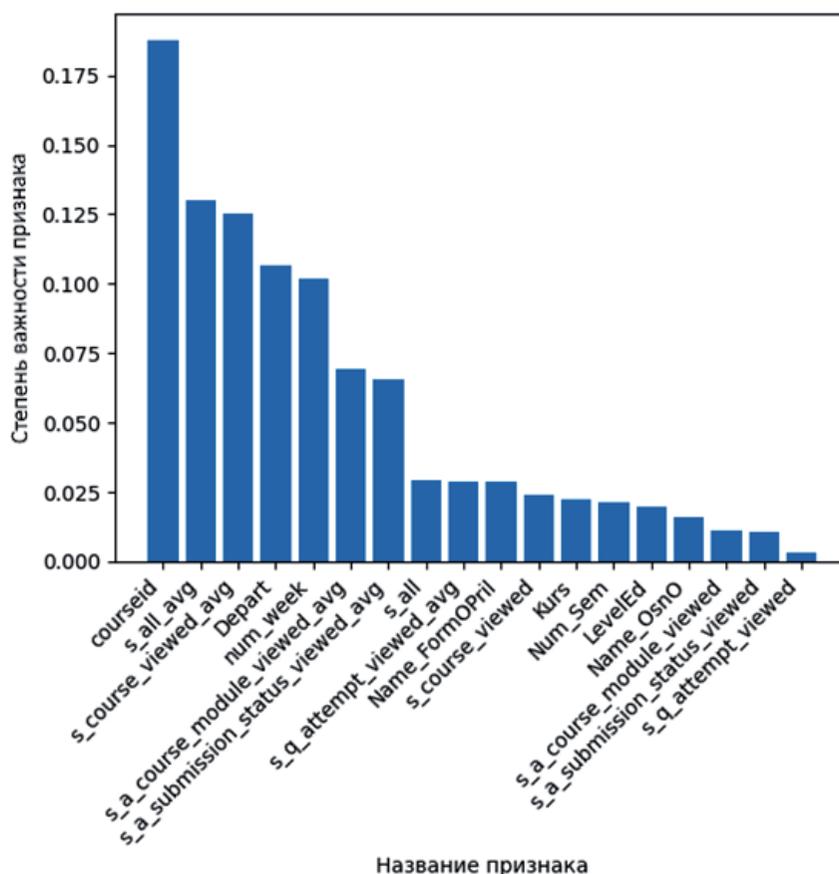


Рис. 6. Ранжирование признаков по степени влияния для модели «Случайный лес»

Fig. 6. Ranking of features by degree of influence for the Random Forest Classifier

Возможно, модели глубокого обучения позволят увеличить метрику качества модели и тем самым способность к прогнозированию, что является перспективным направлением дальнейшего исследования.

6. Заключение

Современные платформы управления образовательным процессом и накопившиеся большие данные о деятельности обучающихся и ее результатах позволили активно развиваться новому направлению в образовании — интеллектуальному анализу образовательных данных, или учебной аналитике. Данная технология позволяет не только понять факторы, влияющие на обучение, но и спрогнозировать его результаты, а значит, вовремя оптимизировать или скорректировать образовательный процесс.

Реализация интеллектуального анализа данных предполагает использование разнообразных инструментов, технологий и методов машинного обучения. В рамках исследования были изучены возможности модуля «Аналитика» LMS Moodle, который входит в ядро образовательной платформы и позволяет выявлять студентов с риском отчисления, а также находить проблемы формирования отдельных компетенций в рамках учебного плана. Эксперимент показал, что модуль выполняет заявленные функциональные требования, однако требует больших вычислительных мощностей сервера для обучения моделей и вычисления прогнозов, а также тщательной настройки параметров отдельных электронных курсов.

В связи с обнаруженными ограничениями модуля «Аналитика» параллельно был проведен эксперимент по созданию моделей машинного обучения на базе набора данных об активности студентов на образовательном портале МГТУ им. Г. И. Носова. В результате обучения модель случайного леса позволила предсказывать с точностью 76 %, какую оценку на экзамене получит студент в рамках промежуточной аттестации, начиная со второй недели семестра.

Результаты эксперимента показали эффективность интеллектуального анализа образовательных данных, который позволил выявлять слабых студентов на ранних этапах обучения и тем самым вовремя корректировать образовательный процесс.

Список источников / References

1. Тербушева Е. А. Методика обучения интеллектуальному анализу образовательных данных студентов педагогического вуза. *Открытое образование*. 2019;23(3):14–24. EDN: TJCZTW. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-3-14-24. [Terbushcheva E. A. Methods of teaching educational data mining for pedagogical students. *Open Education*. 2019;23(3):14–24. (In Russian.) EDN: TJCZTW. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-3-14-24.]
2. Баранова Е. В., Верещagina Н. О., Швецов Г. В. Цифровые инструменты для анализа учебной деятельности студентов. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*. 2020;(198):56–65. EDN: AXDDPU. DOI: 10.33910/1992-6464-2020-198-56-65. [Baranova E. V., Vereshchagina N. O., Shvetsov G. V. Digital tools for learning activities analysis. *Izvestia: Herzen University*

Journal of Humanities & Sciences. 2020;(198):56–65. (In Russian.) EDN: AXDDPU. DOI: 10.33910/1992-6464-2020-198-56-65.]

3. Вилкова К. А., Захарова У. С. Учебная аналитика в традиционном образовании: ее роль и результаты. *Университетское управление: практика и анализ*. 2020;24(3):59–76. EDN: LZRMly. DOI: 10.15826/umpa.2020.03.026.

[Vilkova K. A., Zakharova U. S. Learning analytics in conventional education: Its role and outcomes. *Journal of University Management: Practice and Analysis*. 2020;24(3):59–76. (In Russian.) EDN: LZRMly. DOI: 10.15826/umpa.2020.03.026.]

4. Namkhunt A., Porouhan P., Premchaiswadi W. Creating and collecting e-learning event logs to analyze learning behavior of students through process mining. *International Journal of Information and Education Technology*. 2023;13(2):211–222. DOI: 10.18178/ijiet.2023.13.2.1798.

5. Sun W., Hong J.-C., Dong Y., Huang Y., Fu Q. Self-directed learning predicts online learning engagement in higher education mediated by perceived value of knowing learning goals. *Asia-Pacific Education Researcher*. 2023;32:307–316. DOI: 10.1007/s40299-022-00653-6.

6. Toradmal M. B., Mehta M., Mehendale S. Machine learning approaches for educational data mining. *Inventive Systems and Control. Lecture Notes in Networks and Systems*. Singapore, Springer Nature Singapore; 2023;672:737–748. DOI: 10.1007/978-981-99-1624-5_55.

7. Arora S., Agarwal M., Kawatra R. Prediction of educationist's performance using regression model. *Proc. 7th Int. Conf. on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom-2020)*. New Delhi, India, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2020;88–93. DOI: 10.23919/INDIACom49435.2020.9083708.

8. Ширинкина Е. В. Методы интеллектуального анализа данных и образовательной аналитики. *Современное образование*. 2022;(1):51–67. EDN: DINNOW. DOI: 10.25136/2409-8736.2022.1.37582.

[Shirinkina E. V. Methods of data mining and educational analytics. *Modern Education*. 2022;(1):51–67. (In Russian.) EDN: DINNOW. DOI: 10.25136/2409-8736.2022.1.37582.]

9. Садыкова Г. В., Северьянов О. И. Дистанционное обучение в эпоху пандемии: опыт российских преподавателей. *Информатика и образование*. 2023;38(1):72–82. EDN: SOCMEP. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-72-82.

[Sadykova G. V., Severyanov O. I. Distance learning during the pandemic era: Russian instructors' experience. *Informatics and Education*. 2023;38(1):72–82. (In Russian.) EDN: SOCMEP. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-72-82.]

10. Шамсутдинова А. И., Хасанова Г. Ф. Образовательная аналитика результатов повышения квалификации преподавателей в LMS MOODLE. *Управление устойчивым развитием*. 2021;(6(37)):110–115. EDN: VJLLCS.

[Shamsutdinova A. I., Khasanova G. F. Learning analytics of the results of faculty further education in LMS MOODLE. *Managing Sustainable Development*. 2021;(6(37)):110–115. (In Russian.) EDN: VJLLCS.]

11. Якунина Е. К., Романова М. В. Преимущества и возможности применения СДО MOODLE в общеобразовательных учебных заведениях. *Ab ovo... (С самого начала...)*. Сборник научных трудов. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова; 2019;4:86–87. EDN: JUYTTH.

[Yakunina E. K., Romanova M. V. Advantages and possibilities of using LMS MOODLE in general education institutions. *Ab ovo... (S Samogo Nachala...)*. Collection of Scientific Articles. Magnitogorsk, Nosov Magnitogorsk State Technical University; 2019;4:86–87. (In Russian.) EDN: JUYTTH.]

12. Мащенко Е. Н., Ченгарь О. В. Анализ данных журналов событий системы дистанционного обучения для задач

учебной аналитики. *Естественные и технические науки*. 2023;(5(180)):34–40. EDN: EQZSEO.

[Maschenko E. N., Chengar O. V. Analysis of data logs of events of the system of distance learning for tasks of learning analytics. *Natural and Technical Sciences*. 2023;(5(180)):34–40. (In Russian.) EDN: EQZSEO.]

13. Степанов А. Б. Данные цифровой образовательной среды как инструмент успешного взаимодействия субъектов электронного образования. *EdCrunch Томск. Материалы международной конференции по новым образовательным технологиям*. Томск: Издательский дом Томского государственного университета; 2019;140–145. EDN: FLQKZT.

[Stepanov A. B. Digital educational environment data as a tool for successful interaction of e-learning entities. *EdCrunch Tomsk. Proc. Int. Conf. on New Educational Technologies*. Tomsk, Publishing House of Tomsk State University; 2019;140–145. (In Russian.) EDN: FLQKZT.]

14. Есин Р. В., Куститская Т. А., Носков М. В. Прогнозирование успешности обучения по дисциплине на основе универсальных показателей цифрового следа LMS Moodle. *Информатика и образование*. 2023;38(3):31–41. EDN: RCEOVE. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-31-41.

[Esin R. V., Kustitskaya T. A., Noskov M. V. Predicting academic performance in a course by universal features of LMS Moodle digital footprint. *Informatics and Education*. 2023;38(3):31–41. (In Russian.) EDN: RCEOVE. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-31-41.]

15. Terbusheva E., Piotrowska X., Kalmykova S. Analytics of the digital behavior of Russian first-year university students: Case study. *CEUR Workshop Proceedings. Proc. 15th Int. Conf. "New Educational Strategies in Modern Information Space"*. Aachen, Germany, M. Jeusfeld c/o Redaktion Sun SITE, Informatik V, RWTH Aachen; 2020:28–39. EDN: BYGVFO. Available at: https://ceur-ws.org/Vol-2630/paper_4.pdf

16. Токтарова В. И., Попова О. Г. Анализ образовательных данных взаимосвязи успешности обучения и поведения студентов в цифровой образовательной среде вуза. *Информатика и образование*. 2022;37(4):54–63. EDN: ESVZJD. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63.

[Toktarova V. I., Popova O. G. An analysis of educational data on the correlation between learning success and students' behavior in the university digital educational environment. *Informatics and Education*. 2022;37(4):54–63. (In Russian.) EDN: ESVZJD. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63.]

17. Estacio R. R., Raga R. C. Analyzing students online learning behavior in blended courses using Moodle. *Asian Association of Open Universities Journal*. 2017;12(1):52–68. DOI: 10.1108/AAOUJ-01-2017-0016.

18. Garrison D. R., Anderson T., Archer W. Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*. 1999;2(2–3):87–105. DOI: 10.1016/S1096-7516(00)00016-6.

19. Глотова А. В. Организация групповой работы студентов в условиях онлайн-обучения в системе высшей школы. *Преподаватель XXI век*. 2021;(1–1):122–132. EDN: KDWKWE. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-1-122-132.

[Glотова А. В. The issues of online group learning in higher education. *Prepodavatel XXI Vek*. 2021;(1–1):122–132. (In Russian.) EDN: KDWKWE. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-1-122-132.]

20. Карманова Е. В., Киселев А. В. Возможности ClickHouse для обработки данных образовательного портала вуза. *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 81-й междуна-*

родной научно-технической конференции. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова; 2023;1:447. EDN: YNNONO.

[Karmanova E. V., Kiselev A. V. The capabilities of ClickHouse for data processing of the educational portal of the university. *Current Problems of Modern Science, Technology and Education. Theses of the 81st Int. Scientific and Technical Conf.* Magnitogorsk, Nosov Magnitogorsk State Technical University; 2023;1:447. (In Russian.) EDN: YNNONO.]

21. 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.

[Toktarova V. I., Pashkova Yu. 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.]

Информация об авторах

Карманова Екатерина Владимировна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры бизнес-информатики и информационных технологий, Институт энергетики и автоматизированных систем, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1807-5388>; *e-mail*: ev.karmanova@magtu.ru

Захарова Яна Михайловна, ассистент кафедры менеджмента и государственного управления, Институт экономики и управления, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0498-3051>; *e-mail*: yana_zakharova_2000@bk.ru

Киселев Андрей Викторович, магистрант направления «Прикладная информатика», профиль «Технологии Data Science», кафедра бизнес-информатики и информационных технологий, Институт энергетики и автоматизированных систем, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0003-2867-6758>; *e-mail*: kiselev.andrew.168@gmail.com

Information about the authors

Ekaterina V. Karmanova, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Business Computing and IT Department, Institute of Power Engineering and Automated Systems, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1807-5388>; *e-mail*: ev.karmanova@magtu.ru

Yana M. Zakharova, Assistant at the Management and Public Administration Department, Institute of Economics and Management, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0498-3051>; *e-mail*: yana_zakharova_2000@bk.ru

Andrei V. Kiselev, a master's student of the educational program "Applied Informatics", profile "Data Science", The Business Computing and IT Department, Institute of Power Engineering and Automated Systems, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0003-2867-6758>; *e-mail*: kiselev.andrew.168@gmail.com

Поступила в редакцию / Received: 05.02.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 29.04.24.

Принята к печати / Accepted: 07.05.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-29-43

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА КОМПЕТЕНЦИЙ ДЛЯ АКТУАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ВУЗА

М. В. Деев¹ ✉¹ Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

✉ miqz@yandex.ru

Аннотация

Проблема актуализации образовательных программ и образовательного контента тесно связана с необходимостью их адаптации к меняющимся условиям региональных рынков труда. Решение этой проблемы достигается посредством сбора и анализа данных о компетентностных требованиях работодателей к квалификации специалистов (сами данные можно извлечь из объявлений о вакансиях на открытых ресурсах в сети Интернет).

В статье представлен метод использования поисковых роботов и модулей обработки текстовых данных для получения формализованных описаний компетентностных требований и сравнения их по степени сходства с описаниями компетенций из образовательных программ. Для сравнительного анализа компетентностных требований разработан метод кластеризации с использованием аппарата нечеткой логики и нейронной сети. Архитектура системы сбора и интеллектуального анализа вакансий включает в себя поисковые краулеры, модуль парсинга текстовых данных с очисткой от информационных шумов, модуль консолидации данных, модуль генерации словаря ключевых слов, модуль синтеза векторов компетенций, модуль кластеризации, распределенный реестр формализованных описаний компетенций и др.

Результаты сравнительного анализа необходимы для оценки соответствия компетенций специалистов, подготавливаемых в региональных вузах, требованиям работодателей в регионах. Проведенная оценка позволяет выработать рекомендации для актуализации образовательных программ и образовательного контента учебного заведения, а также провести адаптивную настройку компонентов информационно-образовательной среды вуза.

Ключевые слова: компетентностные требования, вектор ключевых слов, сравнительный анализ, образовательная программа, кластерный анализ, нечеткая нейронная сеть.

Для цитирования:

Деев М. В. Архитектура системы интеллектуального анализа компетенций для актуализации образовательных программ вуза. *Информатика и образование*. 2024;39(3):29–43. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-29-43.

THE ARCHITECTURE OF THE SYSTEM OF INTELLIGENT ANALYSIS OF COMPETENCIES FOR UPDATING UNIVERSITY EDUCATIONAL PROGRAMS

M. V. Deev¹ ✉¹ Penza State University, Penza, Russia

✉ miqz@yandex.ru

Abstract

The problem of updating educational programs and educational content is closely related to the need to adapt them to the changing conditions of regional labor markets. The solution to the problem is achieved through the collection and analysis of data on the competence requirements of employers for the qualifications of specialists (the data itself can be extracted from job advertisements on open resources on the Internet).

The article presents a method of using search robots and text data processing modules to obtain formalized descriptions of competence requirements and compare them by degree of similarity with competence descriptions from educational programs. For a comparative analysis of competency requirements, a clustering method was developed using fuzzy logic and a neural network. The architecture of the collection and intelligent analysis system includes search crawlers, a module for parsing text data with cleaning from information noise, a data consolidation module, a keyword dictionary generation module, a module for synthesizing competency vectors, a clustering module, a distributed registry of formalized descriptions of competencies, etc.

The results of the comparative analysis are crucial for assessing the compliance of competencies of specialists trained in regional universities with the requirements of employers in the regions. The assessment allows to develop recommendations for updating educational programs and educational content of an educational institution, as well as to carry out adaptive adjustment of information and educational environment components of higher educational institutions.

Keywords: competency requirements, keyword vector, comparative analysis, educational program, cluster analysis, fuzzy neural network.

For citation:

Деев М. В. The architecture of the system of intelligent analysis of competencies for updating university educational programs. *Informatics and Education*. 2024;39(3):29–43. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-29-43.

1. Введение

Цифровизация всех сфер жизнедеятельности предполагает освоение информационно-коммуникационных компетенций специалистами разных профессий [1, 2]. Отсюда вытекают требования сходимости программ подготовки различных специалистов, сближения методов и технологий обучения по этим программам, использования универсальных образовательных ресурсов и материалов [3]. Освоение информационно-коммуникационных компетенций становится базой трансформации традиционной модели подготовки специалистов: в организации обучения в настоящий момент ведущим является конвергентный подход, который опирается на определение близких компетенций в образовательных и профессиональных стандартах разных специальностей.

Концепция конвергентного подхода в образовании (конвергентного образования) предполагает сходимость учебных траекторий в ходе освоения программ разных направлений и специальностей, в частности, в связи с тем, что требования образовательных стандартов сближаются с требованиями работодателей [4]. Реализация модели конвергентного образования в рамках информационно-образовательной среды вуза означает объединение образовательного контента в процессе построения адаптивной траектории обучения, соответствующей не только федеральным государственным образовательным стандартам (ФГОС), но и требованиям рынка труда (в том числе его региональным особенностям).

На региональном рынке образовательных услуг существует проблема подготовки востребованных специалистов, которая разворачивается в двух аспектах:

- региональные вузы готовят специалистов, которые не нужны на рынке труда к моменту их выпуска;
- работодателям необходимы специалисты, которых не готовят региональные вузы в данный момент, поскольку согласование и изменение учебных планов и программ подготовки требует длительного времени.

Данные статистических исследований кадрового рынка России показывают, что только 46 % выпускников вузов работают по специальности, 22 % выпускников находят работу по смежной специальности, а 32 % выбирают совершенно другую

специальность для работы после окончания вуза¹. Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования проанализировал количество выпускников вузов по различным специальностям и сопоставил эти данные со спросом на рынке труда². Выяснилось, что особенно много невостребованных специалистов в группе «политические науки и регионоведение». Кроме того, значительный избыток наблюдается в группах «управление в технических системах», «техносферная безопасность», «СМИ» и др. (рис. 1).

В условиях плановой экономики проблема недостатка специалистов в одном регионе и выпуска избыточных специалистов в другом решалась административным способом — с помощью системы обязательного распределения выпускников согласно заявкам предприятий. В рыночной экономике такого механизма не существует, поэтому для создания баланса между спросом работодателей (вакансиями в регионе) и предложением вуза (производством специалистов) нужно иметь возможность актуализировать образовательные программы вузов в соответствии с требованиями региональных работодателей [5]. Решением этой задачи может стать система интеллектуального анализа требований работодателей к компетенциям будущих выпускников.

На основе интеллектуального анализа вакансий отдельного региона можно выявить компетенции специалистов, которые востребованы на данный момент на региональном рынке труда, однако в программах подготовки местных учебных заведений не представлены. Такое расхождение характерно для специальностей, важных для динамически развивающихся областей промышленности и новых научных направлений, например, биоинформатики, информационных технологий, медицины, телекоммуникаций и т. п. [6, 7].

Целью статьи является представление инструмента анализа компетенций, формируемых образовательными программами вузов и требующихся

¹ Работать по специальности, полученной в вузе, стали чаще. *Исследовательский центр портала Superjob.ru*. 07.05.2024. <https://www.superjob.ru/research/articles/114658/rabotat-po-specialnosti/>

² Сальников В., Галимов Д., Михеева О., Сабельникова Е. Тетрадь № 12. Спецсюжет. Обеспеченность экономики кадрами: о важнейших структурных дисбалансах. *Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования*. 17.06.2024. http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Mon_13/2024/TT12_2024s.pdf



Рис. 1. Группы специальностей с максимальным избытком выпускников (количество человек на одно рабочее место). Данные Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования

Fig. 1. Groups of specialties with maximum surplus of graduates (number of people per one vacancy). Data of the Center for Macroeconomic Analysis and Short-term Forecasting

работодателям, и их синхронизации для подбора образовательного контента персонализированной подготовки специалистов.

2. Формирование компетенций и рынка труда: обзор исследований

Проблема формирования востребованных на рынке труда компетенций выпускников является объектом пристального внимания как отечественных, так и зарубежных исследователей.

N. Zaytseva, A. Larionova, V. Zhukov, S. Pervunin в статье «Role of employers in the formation of educational programs and resources for training of specialists in service sphere» [8] рассматривают вопросы разработки комплекса рекомендаций для участия работодателей в формировании образовательных программ подготовки специалистов сферы обслуживания в целях повышения качества образования и востребованности выпускников на рынке труда. Авторы отмечают, что глобальная конкуренция и расширение обмена знаниями заставили работодателей не только повысить требования к фактическим результатам обучения на всех уровнях образования, но и заявить о необходимости формирования новых качеств у выпускников.

E. Sujová, H. Čierna, E. Simanová, P. Gejdoš, J. Štefková в работе «Soft skills integration into business processes based on the requirements of employers — approach for sustainable education» [9] изучают вопрос повышения качества и устойчивости образования в вузах с учетом требований

работодателей: проанализированы и изложены ожидания работодателей от выпускников вузов в отношении их навыков. В статье N. Rhew, J. Black, J. Keels «Are we teaching what employers want? Identifying and remedying gaps between employer needs, accreditor prescriptions, and undergraduate curricular priorities» [10] рассмотрена проблема несоответствия между потребностями работодателей, учебными приоритетами и стандартами аккредитаций, особенно в области управления, а также предложены рекомендации по устранению различий между требуемыми и полученными компетенциями выпускников.

D. Drago, S. Shire, O. Ekmekci подробно проанализировали проблему реализации компетентностной модели подготовки специалистов и в статье «Improving regulatory education: Can we reconcile employers' expectations with academic offerings?» [11] описали основные препятствия на пути внедрения учебных программ, согласованных с требованиями работодателей к компетенциям специалистов.

J. Henrich в работе «Competency-based education: The employers' perspective of higher education» [12] представил результаты исследования, проведенного с целью понять, как работодатели воспринимают компетенции выпускников, полученные в рамках программ компетентностного образования, и, в частности, как работодатели оценивают выпускников этих программ при приеме на работу. Автором предложена концепция взаимодействия с представителями реального сектора экономики, которая помогает работодателям решать, какие

навыки и компетенции необходимы их будущим работодателям.

И. А. Левицкая в статье «Актуализация профессиональных компетенций инновационной инженерной деятельности» [13] рассмотрела процесс обновления профессиональных компетенций, связанных с принятием инженерных решений исследовательского характера и внедрением инноваций в условиях цифровизации.

В работе А. А. Толстеновой, М. В. Лагуновой, О. И. Курылевой «Анализ потребности потенциальных работодателей для актуализации основных образовательных программ высшего образования» [14] описаны предложения по созданию непрерывной системы формирования цифровой компетентности с целью синхронизации учебных программ с потребностями рынка труда.

Д. В. Минаев в статье «Подходы к проектированию и актуализации компетентностных моделей образовательных программ на основе интеллектуального анализа вакансий работодателей» [15], исследовав логику формирования моделей компетенций в процессе взаимодействия субъектов рынка труда и профессионального образования, предлагает концепцию создания более гибких нормативных моделей компетенций.

Отметим, что в большинстве указанных работ подходы к решению проблемы подготовки востребованных специалистов описаны лишь теоретически: авторы не предлагают реальных механизмов сокращения избыточности невостребованных выпускников с учетом региональных особенностей обучения в вузах. Возврат к системе планирования подготовки и централизованного распределения специалистов вряд ли возможен в условиях современной рыночной экономики. Своевременной может стать разработка систем управления процессом подготовки специалистов с интеллектуальными компонентами для анализа региональных рынков труда с целью актуализации и адаптивной настройки образовательных программ и возможностью гибкого изменения компетентностных требований в процессе обучения.

3. Система интеллектуального анализа компетенций

3.1. Функции системы отбора, сравнения и анализа компетенций

В качестве механизма актуализации образовательных программ и образовательного контента в информационно-образовательной среде высшего учебного заведения предлагается применять систему сбора, консолидации и интеллектуального анализа требований работодателей [16]. Аналитическая поддержка процессов адаптивной настройки системы реализуется на основе консолидированных данных, полученных в процессе мониторинга текущего состояния регионального рынка труда и анализа изменений востребованных компетенций.

К основным функциям предлагаемой системы относятся:

- сбор и консолидация информации о требованиях работодателей и наборах необходимых компетенций в регионах;
- сбор и извлечение требований к компетенциям специалистов из образовательных стандартов, анализ этих требований;
- проверка образовательных программ учебных заведений в регионе на соответствие образовательным стандартам и требованиям работодателей;
- формализация компетентностных требований для последующей кластеризации;
- сравнительный анализ компетентностных матриц образовательных программ подготовки специалистов из разных областей знаний и оценка степени их сходства;
- сравнительный анализ компетентностных требований работодателей с компетентностными матрицами образовательных программ и оценка степени их сходства;
- кластеризация векторных моделей ключевых слов описаний компетенций, извлеченных из образовательных программ и описаний востребованных вакансий;
- ранжирование векторных моделей внутри кластеров для принятия решений по выбору образовательных программ с максимальной степенью сходства компетентностных моделей;
- подбор образовательного контента для персонализированной подготовки специалистов по выбранным образовательным программам.

3.2. Метод поиска, обработки и консолидации компетентностных требований

Структура интеллектуальной образовательной среды, предложенная в статье «Adaptive management of intelligent environment within an educational ecosystem» [17], включает в себя:

- систему управления обучением (*англ.* Learning Management System, LMS);
- систему управления образовательным контентом (*англ.* Education Content Management System, ECMS);
- систему управления учебной деятельностью (*англ.* Learning Activity Management System, LAMS);
- систему сбора и интеллектуального анализа компетенций;
- систему хранения образовательного контента в облачном хранилище и обеспечения доступа к электронным образовательным ресурсам, программам, инструментальным средствам.

Разработанная нами система адаптивной настройки учебных программ и ресурсов согласно условиям реального сектора экономики и требованиям стандартов, осуществляемой посредством коррекции и актуализации образовательных компонентов, служит для выявления и анализа актуальных тенденций в отно-

шении требований к компетенциям специалистов на региональных рынках труда в условиях цифровизации экономики [16]. Указанная система обрабатывает большие данные из открытых источников (из интернета). Под большими данными понимается собранная информация о востребованных вакансиях, региональных условиях на рынках труда, особенностях и требованиях реального сектора экономики [18, 19].

Открытыми источниками в сети Интернет являются:

- сайты по поиску работы;
- разделы вакансий на сайтах компаний-работодателей;
- тематические группы и т. п. в социальных сетях и др.

Использование описанных открытых источников при постоянном мониторинге и анализе требований работодателей к компетенциям специалистов позволяет рассматривать данное множество ресурсов как распределенную базу данных, содержащую информацию о вакансиях и требуемых навыках, умениях и знаниях [20, 21]. Собранные сведения применяются в процессе актуализации образовательных программ и образовательного контента, при формировании индивидуальных траекторий подготовки специалистов [22, 23].

В ходе наших исследований разработана технология работы с онлайн-ресурсами. Для сбора данных из открытых источников используются поисковые агенты¹ и модули парсинга². Они собирают сообщения о вакансиях, размещаемые на сайтах кадровых агентств, предприятий, в социальных сетях, мессенджерах и т. д. Существует несколько интерфейсов, которые позволяют извлекать сообщения в соответствии с запросами или путем настройки пуш-уведомлений об их появлении: когда появляется новое сообщение, оно извлекается и сохраняется в базе данных в виде текстового файла. **Для сбора и обработки информации о вакансиях в системе реализованы:**

- поисковые краулеры (агент сбора данных из социальных сетей, агент сбора данных из мессенджеров, агент сбора данных с сайтов);
- библиотеки для подключения к конкретным социальным сетям и мессенджерам;
- модуль распознавания и консолидации данных о вакансиях;
- модуль проверки сообщений на дубликаты и фильтрации по пространственным и временным данным;
- модуль парсинга для извлечения ключевых слов согласно словарю;
- модуль распознавания и извлечения ключевых слов описания компетенций для записи в словарь;

- модуль лексического анализа и преобразования текстов в векторную модель;
- модуль кластеризации векторных моделей компетенций;
- модуль выделения схожих наборов векторов слов и сравнительного анализа выделенных наборов для образовательных программ и вакансий работодателей.

Поисковые модули разработаны на языке Python на основе библиотек Scrapy и используются в качестве поисковых роботов (краулеров) для мониторинга сайтов, социальных сетей и рассылок из списка открытых источников и извлечения информации о вакансиях. Особенностью работы краулеров с социальными сетями является динамическое отслеживание новых тем, сообщений и репостов в сообществах и группах, представляющих интерес.

Для парсинга и лексического разбора применяется технология Томита-парсера³, реализующая извлечение информации из текстовых массивов на естественном языке с помощью контекстно-свободных грамматик и словарей ключевых слов. Эта технология позволяет получить из неструктурированной информации формализованные описания компетенций. Для сбора и консолидации описаний компетенций могут применяться и другие инструменты взаимодействия представителей реального сектора экономики и вузов. В частности, к ним относятся приложения для опроса работодателей, в которых они могут обозначить требуемый спрос по определенным профессиям с указанием необходимых навыков специалистов.

Процесс консолидации сведений о вакансиях включает в себя следующие этапы формализации собранной информации:

- очистка входного потока данных от дубликатов, информационного шума (в том числе замена или удаление различных аббревиатур для формализации описаний компетенций);
- привязка к пространственным и временным меткам.

Хранение и обработка пространственных и временных меток обеспечивают целостность данных, позволяют удалить дубликаты и проанализировать частоту создания схожих публикаций.

Временные метки содержат даты создания или объявления объявлений на рынке труда.

Анализ временных меток позволяет:

- выполнить оценку экономической целесообразности и актуализации образовательных программ и ресурсов в регионе с учетом затраченного на обучение времени или принятия решения об обучении специалистов с требуемым набором компетенций в соседних регионах;
- учитывать востребованность будущих специалистов в течение нескольких лет для уменьшения затрат и повышения качества подготовки.

¹ Поисковый агент (поисковый робот, краулер (*англ.* crawl — ползать), веб-паук) — программа, являющаяся составной частью поисковой системы, предназначена для перебора страниц интернета с целью занесения информации о них в базу данных поисковика.

² Парсинг (*англ.* parse — разбирать, анализировать) — это автоматизированный сбор и структурирование информации с сайтов при помощи программы или сервиса.

³ Подробнее о сервисе автоматизированного сбора информации с сайтов и ее структурирования см.: <https://yandex.ru/dev/tomita/>

Геопространственные данные фиксируют местоположение работодателя (при определении координат используются открытые геоинформационные платформы: Яндекс Карты, OpenStreetMap и др.).

Геопространственный анализ требований работодателей позволяет:

- сравнить уровень актуальных компетенций на рынке труда с компетенциями выпускников региональных учебных заведений для определения рисков получения некачественного образования;
- проанализировать плотность распределения вакансий и востребованных компетенций специалистов по предметным областям, выявить узкие места в связи с отсутствием необходимых специалистов и формируемых компетенций в образовательных программах в регионах (с помощью визуализации вакансий на карте и построения графов регионального распределения требований работодателей для пространственной кластеризации).

Следующий этап обработки больших данных — это формализация компетентностных требований с помощью векторных моделей, которые являются числовым представлением множества связанных между собой слов и фраз. Применение векторов ключевых слов обеспечивает быстрый поиск необходимой информации в хранилищах больших данных, позволяет эффективно индексировать и анализировать собранную информацию. При создании векторов ключевых слов выполняется извлечение метаданных о группах вакансий. Векторное представление используется для синтеза и анализа графовой модели компетенций, на базе которой осуществляется кластеризация векторов компетенций по степени сходства и выделение изоморфных подграфов.

Основной проблемой формализации компетентностных требований является то, что описания вакансий в открытых источниках размещены на естественном языке в свободной форме. Для решения этой проблемы применяются словари ключевых слов, используемые для составления структурированных описаний, которые предварительно синтезируются из описаний компетенций, представленных в государственных образовательных и профессиональных стандартах. В процессе анализа компетентностных требований работодателей словари ключевых слов расширяются за счет добавления новых элементов, которые извлекаются из описаний вакансий.

Методика создания векторных моделей описаний основана на алгоритме Word2vec¹ и включает в себя следующие этапы:

- 1) создание кортежей текстовых описаний в определенном формате: для обозначения используются значения входных и выходных слов, закодированные с помощью унитарного

кода (*англ.* Unitary Code, One-Hot Encoding, One-Hot);

- 2) создание модели обучения, использующей векторы, полученные на предыдущем этапе;
- 3) оценка результатов обучения модели с помощью функции потерь для корректно обработанных слов;
- 4) определение качественных и количественных метрик векторных моделей.

3.3. Метод нечеткой кластеризации векторов описаний компетенций

На следующем этапе выполняется интеллектуальный анализ наборов векторов компетенций из вакансий и образовательных программ для выявления неактуальных или не востребованных на данный момент образовательных программ и образовательного контента с их актуализацией или заменой для адаптации к требованиям региональных рынков труда. Такой анализ необходим для выявления морально устаревших программ и связанных с ними учебно-методических ресурсов, использование которых при подготовке специалистов может привести к получению некачественного или не востребованного в регионе образования [24, 25]. Образовательные программы связаны с учебно-методическим контентом согласно отношению «один ко многим», поскольку одинаковые образовательные ресурсы могут применяться для подготовки специалистов различных специальностей и квалификаций.

Сначала выполняется подготовка векторов компетенций к кластеризации. Подготовка включает в себя:

- 1) очистку данных от специальных символов и знаков препинания, разделение фраз по словам;
- 2) проверку слов на наличие признаков «стоп-слова» и «слова с ошибкой» (с помощью специализированных словарей) и их фильтрация;
- 3) выбор векторных моделей компетенций для задания центроидов кластеров по максимальному числу совпадений ключевых слов.

Кластеризация векторов компетенций реализована на базе алгоритма с использованием нечеткой логики и нейронной сети, который применяется для кластеризации кадров сенсорных данных по нечетким признакам для обнаружения информационных атак [26], а также для кластеризации профилей туристов на основе нечетких описаний их предпочтений [27]. В нашем случае для обучения нейронной сети используются наборы векторов компетенций образовательных программ, которые реализуются в настоящий момент [28, 29]. Функция принадлежности векторов компетенций к кластерам настраивается в процессе обучения сети, а вывод о степени сходства с центроидами формируется с помощью аппарата нечеткой логики. Для кластеризации используется набор центроидов, заданный в ходе подготовки к кластеризации. Исходными данными также являются:

- 1) наборы векторов компетенций из образовательных программ учебных заведений в ре-

¹ Word2vec — инструмент создания векторно-семантических моделей. Подробнее см.: <https://code.google.com/archive/p/word2vec/>

гоне, сгруппированные по направлениям подготовки и специальностям бакалавриата и магистратуры;

- 2) наборы векторов компетенций из образовательных программ учебных заведений соседних регионов, сгруппированные по направлениям подготовки и специальностям бакалавриата и магистратуры;
- 3) наборы ретроспективных векторов компетенций из вакансий работодателей, полученных в ходе ранее выполненных поисков, но не более чем за пять предыдущих лет, сгруппированные по направлениям подготовки и специальностям;
- 4) наборы векторов компетенций из текущих вакансий работодателей, полученных из открытых источников за последний месяц, сгруппированные по направлениям подготовки и специальностям.

Наборы векторов компетенций из 1-й и 3-й групп используются для обучения алгоритма кластеризации, а набор из 2-й группы — для расширенной кластеризации тех векторов из 4-й группы, которые не попадают в кластеры, охватывающие векторы 1-й группы. Последнее означает несоответствие образовательных программ, предлагаемых учебными заведениями региона, востребованным вакансиям работодателей в нем. Это требует поиска подходящих программ в учебных заведениях соседних регионов и/или актуализации региональных образовательных программ.

В основе кластеризации лежит алгоритм Fuzzy C-means (англ. Fuzzy Clustering, C-means — метод нечеткой кластеризации C-средних), который предполагает следующие шаги.

1. Задается число кластеров векторов компетенций T , которое корректируется далее в процессе обучения, и степень нечеткости целевой функции $s > 1$.
2. Входные наборы векторов компетенций представляют векторы признаков X_j ($j = 1, \dots, N$). Вектор определяет точку в пространстве, которая может относиться к кластерам, с ранее выбранными центроидами $CL^{(k)}$ ($k = 1, \dots, T$), и вероятностной функцией принадлежности:

$$\mu_{X_j}^{(k)}, \text{ где } 0 < \mu_{X_j}^{(k)} < 1, \sum_{k=1}^T \mu_{X_j}^{(k)} = 1, \quad (1)$$

которая обозначает степень сходства с центроидом и задается как расстояние $RS_{X_j}^{(k)}$.

3. Точки на первом этапе распределяются по кластерам согласно матрице степеней сходства с центроидами в пространстве признаков.
4. Определяются координаты центроидов кластеров CL_k ($k = 1, \dots, T$):

$$CL_k = \frac{\sum_{j=1}^N (\mu_{X_j}^{(k)} X_j)}{\sum_{j=1}^N \mu_{X_j}^{(k)}}. \quad (2)$$

5. Между точками и центроидами кластеров вычисляются расстояния $RS_{X_j}^{(k)}$:

$$RS_{X_j}^{(k)} = \sqrt{\|X_j - CL^{(k)}\|^2}. \quad (3)$$

6. Производится перерасчет степеней принадлежности точек к кластерам с обновлением матрицы степеней сходства:

$$\mu_{X_j}^{(k)} = \frac{1}{\sum_{k=1}^T \left(\frac{RS_{X_j}^{(k)}}{RS_{X_j}^{(k)}} \right)^{\frac{2}{s-1}}}, \quad (4)$$

где $s > 1$ — коэффициент нечеткости кластеризации.

7. Для остановки итерационного процесса задается параметр $\varepsilon > 0$. Если условие $\{|\mu_{X_j}^{(k)} - \mu_{X_j}^{(k-1)}|\} > \varepsilon$ не выполняется, то производится переход к шагу 5.

Нейронная сеть включает в себя слои без обратных связей с функциями активации и весовыми коэффициентами. Для реализации алгоритма кластеризации использована модель адаптивного типа Такаги—Сугено—Канга (TSK). Выходное значение сигнала задается функцией агрегирования для T правил и N ($N = 4$) переменных:

$$y(x) = \frac{\sum_{k=1}^T (w_k y_k(x))}{\sum_{k=1}^T (w_k)}, \quad (5)$$

где $y_k(x) = z_{k0} \sum_{j=1}^N (z_{kj} x_j)$ — i -й компонент аппроксимации.

Для множества переменных $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)$, принимающих множество значений $A_j^{(k)}$, определены правила вывода выходных переменных $Y = (y_1, y_2, \dots, y_T)$, представляющие матрицу значений функций принадлежности размерностью $N \times T$:

$$R_1: \text{ если } x_1^{(1)} \in A_1^{(1)} \text{ и } x_2^{(1)} \in A_2^{(1)} \text{ и } \dots, \text{ и } x_N^{(1)} \in A_N^{(1)}, \\ \text{ то } y_1(x) = z_{10} \sum_{j=1}^N (z_{1j} x_j), \quad (6)$$

$$R_T: \text{ если } x_1^{(T)} \in A_1^{(T)} \text{ и } x_2^{(T)} \in A_2^{(T)} \text{ и } \dots, \text{ и } x_N^{(T)} \in A_N^{(T)}, \\ \text{ то } y_T(x) = z_{T0} \sum_{j=1}^N (z_{Tj} x_j).$$

Функции принадлежности для каждой переменной x_i задаются в первом слое по формуле:

$$\mu_A^{(k)}(x_j) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_j - c_i^{(k)}}{\sigma_i^{(k)}} \right)^{2b_i^{(k)}}}. \quad (7)$$

Во втором слое определяются коэффициенты $w_k = \mu_A^{(k)}(x)$ путем агрегирования значений переменных x_j . Коэффициенты w_k передаются в третий слой, где умножаются на значения $y_i(x)$, и в четвертый слой для расчета суммы весов. На третьем слое вычисляются значения $y_i(x) = z_{k0} \sum_{j=1}^N (z_{kj} x_j)$, которые умножаются на весовые коэффициенты w_k . Четвер-

тый слой содержит два нейрона для интеграции результатов. *На пятом слое*, включающем в себя один нейрон, выполняется нормализация весов и расчет значений выходной функции.

Значения параметров для первого и третьего слоя подбираются на этапе обучения. Процедура обучения алгоритма кластеризации векторов компетенций реализуется посредством нейронной сети на наборах векторов из 1-й и 3-й групп. Параметры первого слоя считаются нелинейными, а параметры третьего слоя — линейными.

Обучение алгоритма кластеризации векторов компетенций выполняется в два этапа: на первом этапе рассчитываются параметры функций принадлежности третьего слоя с помощью решения системы линейных уравнений и фиксации значений параметров. Выходные переменные заменяются эталонными значениями g_p (P — число обучающих выборок). Система уравнений представлена в матричном виде: $G_p = W * Z$. Для решения системы уравнений вычисляется псевдоинверсная матрица W^+ : $Z = W^+ G_p$. Затем рассчитывается вектор Y выходных переменных и определяется вектор ошибки $E = Y - G_p$.

Второй этап задает обратное направление ошибок в сторону первого слоя, где выполняется расчет параметров вектора градиента целевой функции принадлежности. Затем происходит проверка и исправление параметров функций принадлежности с помощью метода быстрого спуска по градиентному методу. После завершения корректировки нелинейных параметров осуществляется адаптация и синхронизация линейных и нелинейных параметров. Поиск и корректировка некорректных параметров являются итерационными процессами, выполнение которых завершается при стабилизации значений.

Для определения степени несоответствия векторов компетенций образовательных программ и вакансий задается три интервала степеней сходства векторов:

- 1) 67 — 100 %;
- 2) 34 — 66 %;
- 3) 0 — 33 %.

Образовательная программа, попавшая в третий интервал, считается не соответствующей востребованным компетенциям на региональном рынке труда, согласно найденным вакансиям. Подготовка специалиста по данной программе в текущий момент создает риск неквалифицированного обучения [30]. Однако это может также означать, что на региональном рынке труда в настоящее время существует переизбыток специалистов данной квалификации и отсутствует потребность в них [31]. В будущем такая потребность может появиться, поэтому полностью отказываться от подобной образовательной программы нельзя. Кроме того, может оказаться, что в другом регионе в данный момент такие специалисты востребованы. Поэтому векторы компетенций данной программы используются в расширенной кластеризации — в процессе анализа вакансий по данным регионов, и по этой же причине векторы компетенций помещаются во вторую группу.

Если векторы компетенций образовательной программы попадают в первый интервал, то это означает, что данная программа полностью востребована на региональном рынке труда и подготовка специалистов по ней актуальна в текущее время. Попадание векторов во второй интервал означает, что программа частично позволяет сформировать необходимые компетенции специалиста для регионального рынка труда, однако требует внесения изменений, и тогда принимается решение о ее актуализации. При этом генерируются рекомендации, в которых указываются несовпадающие или неактуальные на данный момент компоненты векторов компетенций в виде наборов ключевых слов, описывающих знания, умения и навыки из образовательной программы, которые следует заменить на требуемые знания, умения и навыки из вакансий работодателей.

Наборы векторных моделей могут применяться не только для кластеризации векторов компетенций образовательных программ и векторов компетенций вакансий работодателей, но и для кластеризации векторов образовательных программ по направлениям подготовки и конкретным специальностям. В этом случае для каждого вектора слов определяется подходящий тип компетенций из ФГОС, чтобы полученные данные можно было соотносить с реальными направлениями подготовки. Исходными данными здесь являются сведения о загруженных образовательных программах, по которым формируется набор векторов «компетенция» — «ключевое слово или фраза» — «направление или специальность подготовки». В ходе кластеризации выполняется сопоставление ключевых слов в описаниях компетенций с данными соответствующих образовательных программ, на основе чего происходит включение векторов слов в кластеры с разбиением по специальностям. Следует отметить, что сопоставление носит нечеткий характер, поэтому степень попадания компетенции в кластер может быть ранжирована от 0 до 10, где 0 — полное несоответствие ключевых слов, а 10 — полное совпадение. Целью является распределение всех векторов компетенций в кластеры по направлениям или специальностям. Кластеры схожих векторов описаний компетенций, составленных работодателями, и описаний образовательных программ применяются для актуализации программ и учебно-методических ресурсов в информационно-образовательной среде вуза.

Архитектура системы интеллектуального анализа векторов компетенций образовательных программ и вакансий работодателей представлена на рисунке 2.

4. Результаты

В ходе выполнения научного исследования были проанализированы комплекты образовательных объектов (образовательный контент учебных программ и дисциплин) нескольких факультетов Пензенского государственного университета для исследования возможностей конвергенции разных специальностей. На основе разработанных моделей, методов

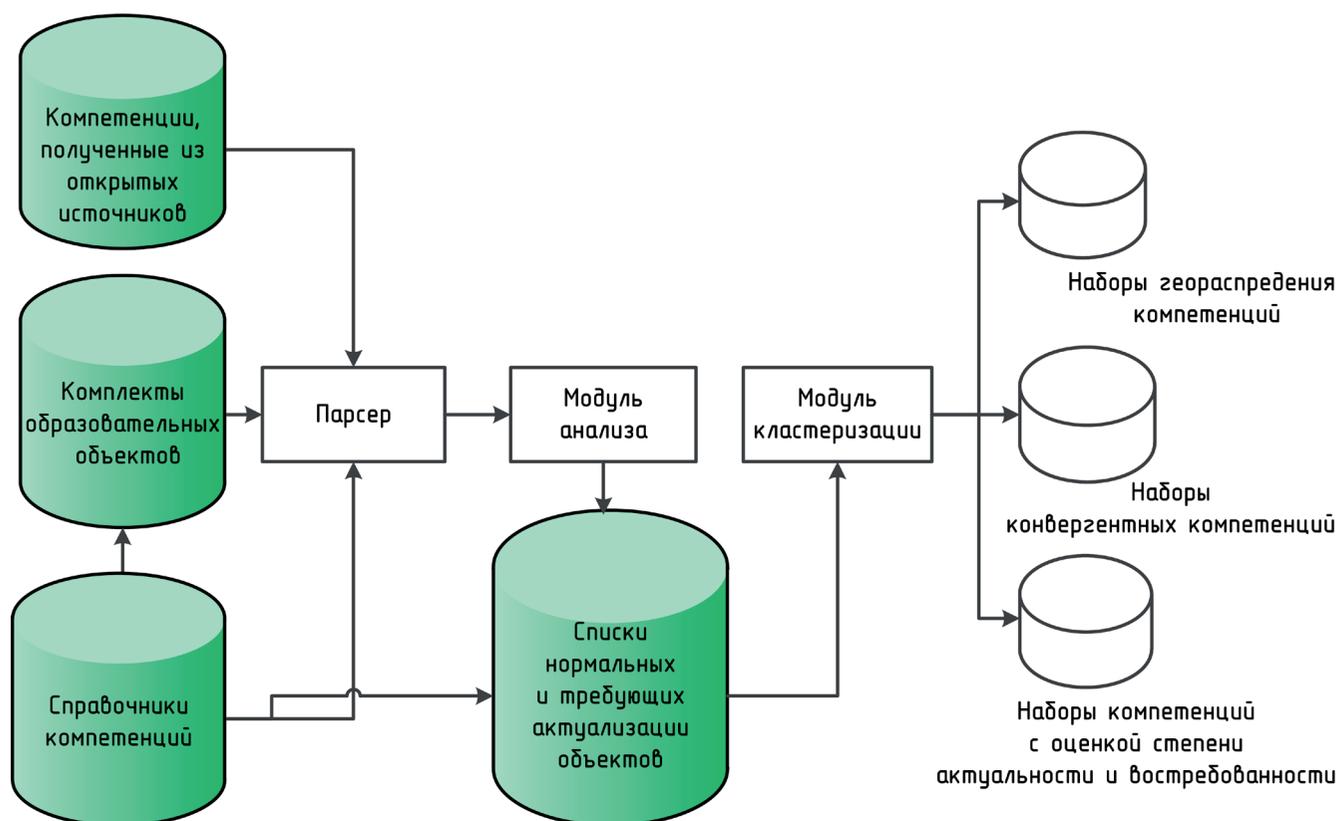


Рис. 2. Основные модули системы интеллектуального анализа векторов компетенций образовательных программ и вакансий

Fig. 2. The main modules of the system of intelligent analysis of competencies vectors of educational programs and vacancies

и методик был проведен интеллектуальный анализ и аудит используемых учебных программ и материалов с целью определения степени их схожести и необходимости актуализации. При внедрении компонентов образовательной среды в образовательный процесс университета были получены аналитические данные, в том числе информация о консолидирован-

ном использовании разных учебных дисциплин, программ и ресурсов. Были проанализированы данные о возможности преподавания определенных учебных дисциплин в разных предметных областях. В таблице 1 представлен пример собранных данных.

Всего было проанализировано 42 085 учебных дисциплин и 847 учебных программ. Построена

Таблица 1 / Table 1

Данные о дисциплинах, полученные в результате интеллектуального анализа The discipline data derived from intelligent analysis

Название дисциплины	Степень схожести	Предметная область дисциплины
Иностранный язык (английский)	0,558	Гуманитарная
Безопасность жизнедеятельности	0,429	Техническая
Философия	0,396	Гуманитарная
Правоведение	0,278	Гуманитарная
Экономика	0,257	Экономическая
Математика	0,248	Естественно-научная
Современные информационные технологии	0,227	Техническая
История России	0,215	Гуманитарная
Физика	0,215	Естественно-научная

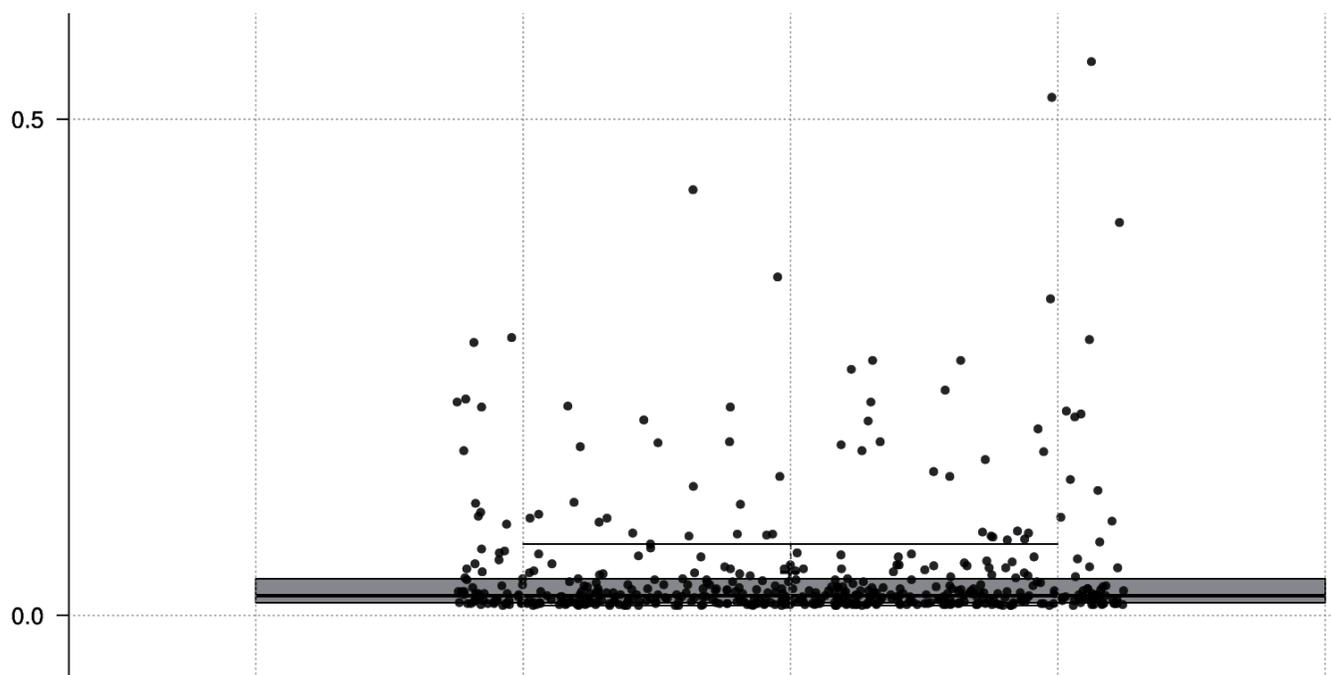


Рис. 3. Диаграмма размаха с распределением степени схожести учебных дисциплин
 Fig. 3. The box plot diagram of similarity distribution degrees of academic disciplines

диаграмма размаха, на которой видно распределение степеней схожести дисциплин (рис. 3). Следует отметить, что большинство дисциплин плохо подходят для смежного применения в нескольких областях.

Статистика диаграммы размаха представлена в таблице 2.

На основе полученных данных построены круговые диаграммы (рис. 4, 5), описывающие распределение дисциплин по предметным областям. Видно, что потенциалом к консолидации обладают общие непрофильные дисциплины, читаемые на начальных курсах подготовки. Применение конвергентной модели образования позволит в данном случае снизить нагрузку на преподавателя по подготовке учебного материала и расходы при организации обучения слушателей.

Результаты анализа показали, что 41 % дисциплин подходят для подготовки специалистов в разных предметных областях (рис. 6). Отметим, что во внимание принимались дисциплины, показавшие степень схождения выше значения 0,01 (на практике это означает минимальную возможность для применения в десяти различных учебных программах).

Было выполнено исследование связанных с дисциплинами учебных программ с целью выявления схожих составляющих для применения в образовательном процессе по разным направлениям, специальностям и темам. При анализе использовались дисциплины с наибольшей степенью схожести: среднее количество конвергентных дисциплин на программу — более 30 %. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 2 / Table 2

Степень схожести учебных дисциплин по результатам интеллектуального анализа The degree of similarity of academic disciplines according to the results of intelligent analysis

Параметр	Значение
Верхняя граница	0,07
Верхний квартиль	0,04
Медиана	0,02
Нижний квартиль	0,01
Нижняя граница	0,01
Количество точек данных	478,00
Среднее	0,04

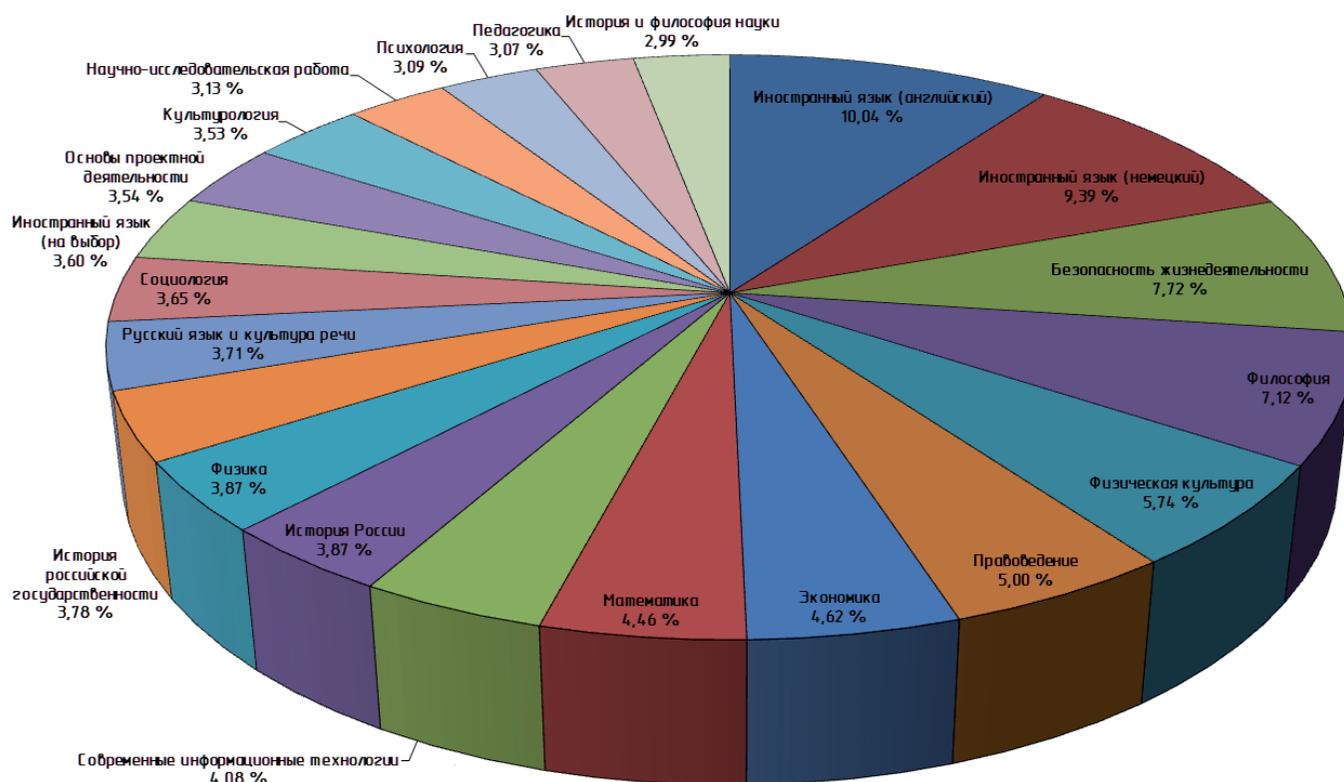


Рис. 4. Распределение конвергентных дисциплин

Fig. 4. The distribution of convergent disciplines

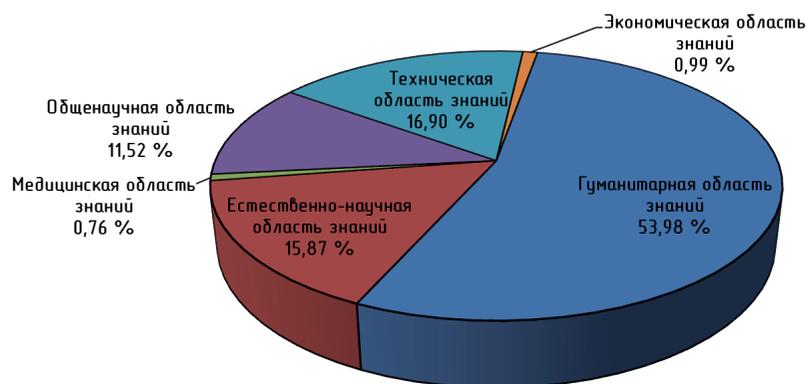


Рис. 5. Распределение конвергентных дисциплин по областям знаний

Fig. 5. The distribution of convergent disciplines by fields of knowledge



Рис. 6. Распределение дисциплин по свойству конвергенции

Fig. 6. The distribution of disciplines by convergence property

На основе полученных данных выполнен анализ образовательных программ и определено их распределение по различным предметным областям и наукам (рис. 7).

При анализе конвергентных дисциплин был выполнен также поиск и сбор данных об электронных образовательных ресурсах (ЭОР), используемых в образовательном процессе Пензенского государственного университета и применение которых возможно в смежных областях. Количество анализируемых комплексов ЭОР — 9119. На основе предложенных моделей и методик осуществлен сбор информации об имеющихся комплексах ЭОР (табл. 4).

Таблица 3 / Table 3

Данные о распределении конвергентных дисциплин The data on the distribution of convergent disciplines

Предметная область учебных программ	Количество схожих дисциплин
Гуманитарная	4557
Естественно-научная	2700
Медицинская	433
Техническая	3005
Экономическая	852

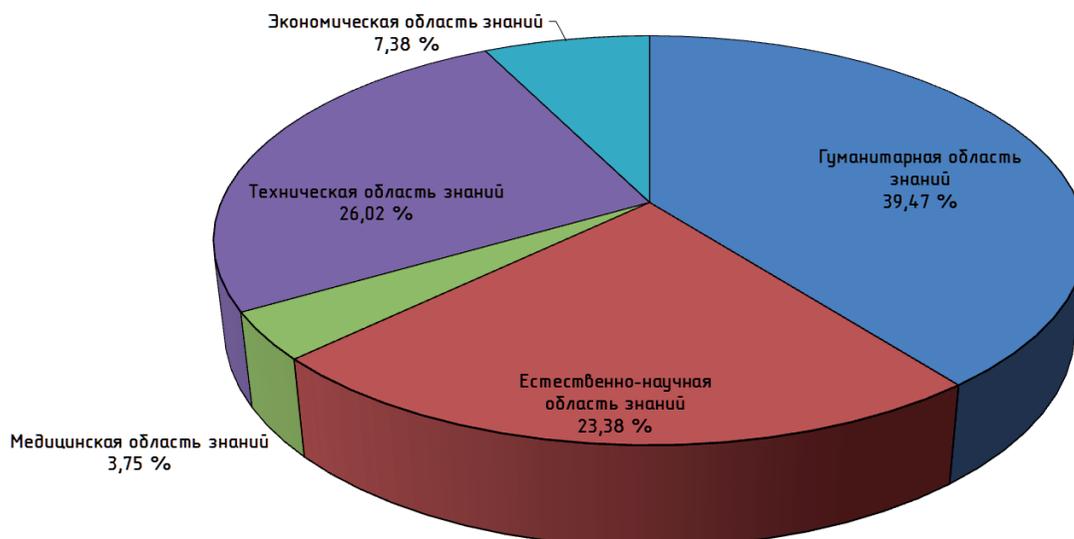


Рис. 7. Распределение конвергентных программ по областям знаний
Fig. 7. The distribution of convergent programs by fields of knowledge

Таблица 4 / Table 4

Данные о схожих наборах ЭОР

The data on similar sets of e-learning resources

Область науки	Количество схожих комплектов ЭОР
Гуманитарная	1695
Естественно-научная	1274
Медицинская	452
Общенаучная	1215
Техническая	3783
Экономическая	700

Собранные данные о конвергентных наборах ЭОР применяются при генерации образовательных программ с целью их наиболее полной консолидации и синхронизации, а также для актуализации образовательных планов и учебного контента. Распределение схожих образовательных ресурсов по научным областям представлено на рисунке 8.

Образовательный контент анализируется с помощью разработанного алгоритма выделения нечетких изоморфных частей. В качестве примера в таблице 5 представлены результаты анализа, которые были получены на выбранных комплектах ЭОР, используемых при подготовке бакалавров по компьютерным специальностям.

Визуализация представлена на рисунке 9.

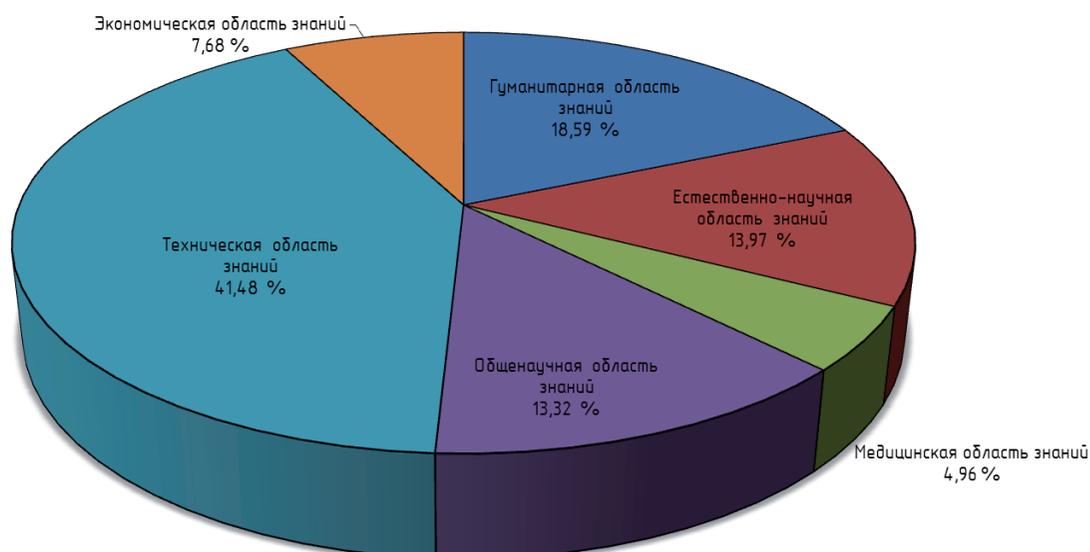


Рис. 8. Количество конвергентных образовательных ресурсов по областям знаний
Fig. 8. The number of converged educational resources by fields of knowledge

Таблица 5 / Table 5

Данные об извлеченных нечетких изоморфных частях образовательного контента

The data on extracted fuzzy isomorphic parts of educational content

Область науки	Количество нечетких изоморфных частей образовательного контента
Гуманитарная	70
Естественно-научная	40
Медицинская	15
Общенаучная	44
Техническая	85
Экономическая	14

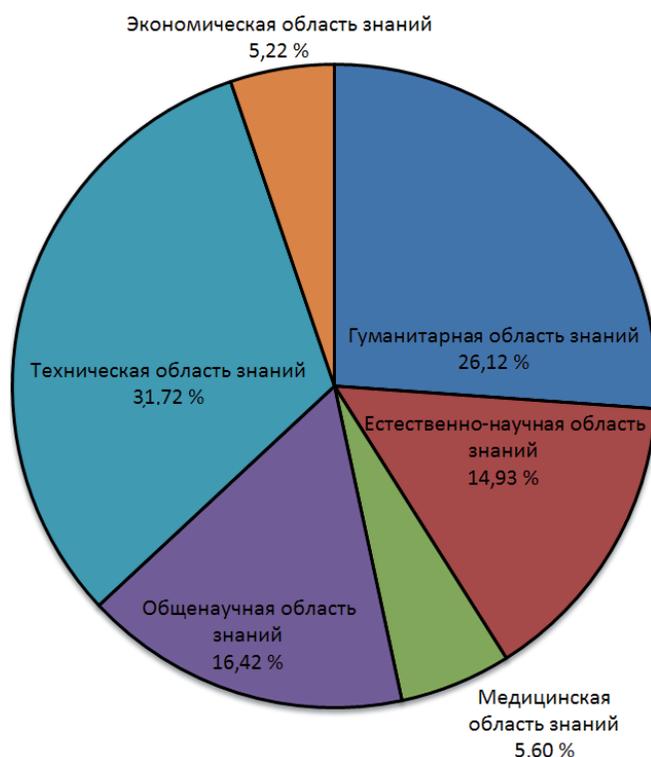


Рис. 9. Выделение нечетких изоморфных частей образовательного контента по разным направлениям подготовки

Fig. 9. The identification of fuzzy isomorphic parts of educational content in different training directions

Полученные результаты свидетельствуют о корректности применения разработанных моделей, методик и алгоритмов поддержки конвергенции и актуализации образовательных компонентов интеллектуальной образовательной среды учебного заведения в условиях цифровизации обучения и динамичного развития всех сфер учебной деятельности.

5. Заключение

Исследование, результаты которого представлены в данной статье, является частью большой исследовательской работы по созданию многофункциональной образовательной платформы, включающей в себя систему управления цифровыми данными обучающихся и поддержкой бизнес-логики образовательного процесса в ходе формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций при непрерывной подготовке специалистов в региональных учебных заведениях.

Предложенный метод поиска и консолидации больших данных о региональных компетентностных требованиях работодателей в условиях цифровой экономики для актуализации образовательных программ и образовательного контента применяется при разработке системы сбора и интеллектуального анализа описания компетенций и требований работодателей и образовательных/профессиональных стандартов. Система включает в себя следующие компоненты:

- поисковые краулеры (роботы);
- модули очистки и поиска дубликатов;
- модули генерации словарей ключевых слов;
- модули парсинга текстовых данных с очисткой от информационных шумов;
- модули построения векторных представлений компетенций;
- модули интеллектуального анализа векторов описаний компетенций;
- модули хранения информации и т. д.

Поиск данных о востребованных вакансиях выполняется на основе открытых источников сети Интернет с применением технологий краулеров. Разработана методика синтеза векторных описаний вакансий для формализованного представления разнородной информации о требованиях работодателей и условиях регионального рынка труда.

Консолидированные данные используются для решения задачи кластеризации векторов компетенций и актуализации программ подготовки специалистов. Метод интеллектуального анализа векторов компетенций реализован на основе применения аппарата нечеткой логики и нейронных сетей. Преимущество использования нейронной сети для кластеризации заключается в высокой скорости обработки векторов компетенций для обнаружения фактов использования неактуальных, устаревших или невостребованных образовательных программ. Предложенный метод применяется для решения задач управления процессом актуализации образовательных программ и образовательного контента с учетом региональных особенностей и требований работодателей. Разработанные модели и методы реализуются в виде системы поиска и анализа требований образовательных программ и работодателей, которая является интеллектуальным механизмом адаптивной настройки информационно-образовательной среды вуза.

Финансирование

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 20-71-10087, <https://rscf.ru/project/20-71-10087/>.

Funding

The study was supported by the Russian Science Foundation grant No 20-71-10087, <https://rscf.ru/project/20-71-10087/>.

Список источников / References

1. Sharp Ph., Hockfield S. Convergence: The future of health. *Science*. 2017;355(6325):589. DOI: 10.1126/science.aam8563.
2. Kim J.-O., Kim J. Development and application of art based STEAM education program using educational robot. *Robotic Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. IGI Global; 2020:1675–1687. DOI: 10.4018/978-1-7998-1754-3.ch080.
3. Bourn D., Soysal N. Transformative learning and pedagogical approaches in education for sustainable development: Are initial teacher education programmes in England and Türkiye ready for creating agents of change for sustainability? *Sustainability*. 2021;13(16):8973. DOI: 10.3390/su13168973.
4. Роберт И. В. Конвергентное образование: истоки и перспективы. *Наука о человеке: гуманитарные исследования*. 2018;2(32):64–76. EDN: XRHPN. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2018.32.64.
[Robert I. V. Convergent education: Origins and prospects. *The Science of Person: Humanitarian Researches*. 2018;2(32):64–76. (In Russian.) EDN: XRHPN. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2018.32.64.]
5. Sharples M. The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers and Education*. 2000;34(3–4):177–193. DOI: 10.1016/S0360-1315(99)00044-5.
6. Herr D., Akbar B., Brummet J., Flores S., Gordon A., Gray B., Murday J. Convergence education — an international perspective. *Journal of Nanoparticle Research*. 2019;21:229. DOI: 10.1007/s11051-019-4638-7.
7. Whalley B., France D., Park J., Mauchline A., Welsh K. Towards flexible personalized learning and the future educational system in the fourth industrial revolution in the wake of Covid-19. *Higher Education Pedagogies*. 2021;6(1):79–99. DOI: 10.1080/23752696.2021.1883458.
8. Zaytseva N., Larionova A., Zhukov V., Pervunin S. Role of employers in the formation of educational programs and resources for training of specialists in service sphere. *International Journal of Educational Management*. 2017;31(1):3–11. DOI: 10.1108/IJEM-02-2016-0034.
9. Sujová E., Čierna H., Šimanová L., Gejdoš P., Štefková J. Soft skills integration into business processes based on the requirements of employers — approach for sustainable education. *Sustainability*. 2021;13:13807. DOI: 10.3390/su132413807.
10. Rhew N., Black J., Keels J. Are we teaching what employers want? Identifying and remedying gaps between employer needs, accreditor prescriptions, and undergraduate curricular priorities. *Industry and Higher Education*. 2019;33(6):362–369. DOI: 10.1177/0950422219874703.
11. Drago D., Shire S., Ekmekci O. Improving regulatory education: Can we reconcile employers' expectations with academic offerings? *Therapeutic Innovation & Regulatory Science*. 2016;50(3):330–336. DOI: 10.1177/2168479015620440.
12. Henrich J. Competency-based education: The employers' perspective of higher education. *The Journal of Competency-based Education*. 2016;1(3):122–129. DOI: 10.1002/cbe.2.1023.
13. Левицкая И. А. Актуализация профессиональных компетенций инновационной инженерной деятельности. *Russian Journal of Education and Psychology*. 2021;12(4):51–69. EDN: FZIMUF. DOI: 10.12731/2658-4034-2021-12-4-51-69.
14. Толстенева А. А., Лагунова М. В., Курьлева О. И. Анализ потребности потенциальных работодателей для актуализации основных образовательных программ высшего образования. *Современные проблемы науки и образования*. 2023;(5):73. EDN: VCNBLJ. DOI: 10.17513/spno.32995.
[Tolsteneva A. A., Lagunova M. V., Kuryleva O. I. Analysis of the needs of potential employers for updated basic educational programs of higher education. *Sovremennyye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2023;(5):73. (In Russian.) EDN: VCNBLJ. DOI: 10.17513/spno.32995.]
15. Минаев Д. В. Подходы к проектированию и актуализации компетентностных моделей образовательных программ на основе интеллектуального анализа вакансий работодателей. *Управленческое консультирование*. 2023;(10):45–68. EDN: QXMAGR. DOI: 10.22394/1726-1139-2023-10-45-68.
[Minaev D. V. Approaches to the design and updating of educational programs competence models based on the intellectual analysis of employers' vacancies. *Administrative Consulting*. 2023;(10):45–68. (In Russian.) EDN: QXMAGR. DOI: 10.22394/1726-1139-2023-10-45-68.]
16. Deev M., Finogeev A. Actualization of educational programs and content in the concept of convergent education. *Software Engineering Research in System Science. Proc. 12th Computer Science On-line Conf*. Springer, Cham; 2023;1:12–21. DOI: 10.1007/978-3-031-35311-6_2.
17. Deev M., Finogeev A., Gamidullaeva L., Finogeev A. Adaptive management of intelligent environment within an educational ecosystem. *Informatics and Cybernetics in Intelligent Systems. Proc. 10th Computer Science On-line Conf*. Springer, Cham; 2021;3:476–484. DOI: 10.1007/978-3-030-77448-6_46.
18. Petrosyan H., Matevosyan M. New approach to improving educational program content taking into consideration employers' requirements. *Main Issues of Pedagogy and Psychology*. 2014;2(1):27–34. (In Armenian.) DOI: 10.24234/miopap.v2i1.286. Available at: <https://archiv.miopap.aspu.am/index.php/miopap/article/view/286>
19. Deev M., Gamidullaeva L., Finogeev A., Vasin S. Sustainable educational ecosystems: Bridging the gap between educational programs and in-demand market skills. *Proc. 1st Conf. on Sustainable Development: Industrial Future of Territories (IFT 2020)*. Les Ulis, France, EDP Sciences; 2020;208:09025. EDN: RIXZDU. DOI: 10.1051/e3sconf/202020809025.
20. Mukha V. N., Litovka V. A., Vakhrameeva D. V. Problems and approaches to monitoring of employer satisfaction with quality of university graduates. *Proc. Int. Science and Technology Conf. "FarEastCon" (ISCFEC 2019)*. Dordrecht, Netherlands, Atlantis Press; 2019;79:275–276. EDN: TWLEH. DOI: 10.2991/iscfec-19.2019.77.
21. Beręsewicz M., Cherniaev H., Mantaj A., Robert P. Text analysis of job offers for mismatch of educational characteristics to labour market demands. *Qual and Quantity*. 2024;58(2):1799–1825. EDN: JAMXNO. DOI: 10.1007/s11135-023-01707-7.
22. Bartolomé A., Castañeda L., Adell J. Personalisation in educational technology: The absence of underlying pedagogies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2018;15:14. DOI: 10.1186/s41239-018-0095-0.
23. Álvarez I., Etxeberria P., Alberdi E., Pérez-Acebo H., Eguia I., García M. J. Sustainable civil engineering: Incorporating sustainable development goals in higher education

curricula. *Sustainability*. 2021;13(16):8967. DOI: 10.3390/su13168967.

24. Gros B. The design of smart educational environments. *Smart Learning Environment*. 2016;3:15. DOI: 10.1186/s40561-016-0039-x.

25. Huda M., Haron Z., Ripin M., Hehsan A., Yaacob A. Exploring innovative learning environment (ILE): Big data era. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2017;12:6678–6685.

26. Финогеев А. А. Интеллектуальный анализ сенсорных данных на основе нечеткой логики и нейронной сети в системе мониторинга критических событий. *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2023;(3):125–141. EDN: GIVIJO. DOI: 10.21685/2227-8486-2023-3-9.

[Finogeev A. A. Intelligent analysis of sensory data based on fuzzy logic and neural network in critical event monitoring systems. *Models, Systems, Networks in Economics, Engineering, Nature and Society*. 2023;(3):125–141. (In Russian.) EDN: GIVIJO. DOI: 10.21685/2227-8486-2023-3-9.]

27. Гамидуллаева Л. А., Финогеев А. Г. Методические подходы к управлению развитием отраслевых экосистем (на примере туристской индустрии). *II-Economy*. 2023;16(2):7–23. EDN: PLTWMN. DOI: 10.18721/JE.16201.

[Gamidullaeva L. A., Finogeev A. G. Methodological approaches to managing the development of sectoral ecosystems (on the example of the tourism industry). *II-Economy*. 2023;16(2):7–23. (In Russian.) EDN: PLTWMN. DOI: 10.18721/JE.16201.]

28. Assante D., Caforio A., Flamini M., Romano E. Smart education in the context of Industry 4.0. *Proc. 2019 IEEE Global Engineering Education Conf. (EDUCON)*. Red Hook, NY, USA, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019:1140–1145. DOI: 10.1109/EDUCON.2019.8725057.

29. Halloun I. Model-based convergence in science education in the framework of Systemic Cognition and Education. Jounieh, Lebanon, H Institute; 2020. 36 p. Available at: https://www.halloun.net/wp-content/uploads/2020/04/Halloun_SCE-Model-based-Convergence_2020.pdf

30. Finogeev A. G., Kravets A. G., Deev M. V., Bershadsky A. M., Gamidullaeva L. A. Life-cycle management of educational programs and resources in a smart learning environment. *Smart Learning Environment*. 2018;5(1):9. EDN: SFJMGJ. DOI: 10.1186/s40561-018-0055-0.

31. Finogeev A. G., Gamidullaeva L. A., Bershadsky A. M., Fionova L. R., Deev M. V. Convergent approach to synthesis of the information learning environment for higher education. *Education and Information Technologies*. 2020;25(1):11–30. EDN: JAAJH. DOI: 10.1007/s10639-019-09903-5.

Информация об авторе

Деев Михаил Викторович, канд. тех. наук, зам. начальника отдела программирования и администрирования образовательных ресурсов, Центр мультимедийных технологий и онлайн обучения, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0876-3566>; *e-mail*: miqz@yandex.ru

Information about the author

Mikhail V. Deev, Candidate of Sciences (Engineering), Deputy Head of the Department of Programming and Administration of Educational Resources, Center for Multimedia Technologies and Online Learning, Penza State University, Penza, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0876-3566>; *e-mail*: miqz@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received: 10.03.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 06.05.24.

Принята к печати / Accepted: 07.05.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-44-52

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ МАГИСТРАНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ГОСУДАРСТВЕННОЕ И МУНИЦИПАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ»

С. В. Калмыкова¹ ✉¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

✉ kalmykovas@mail.ru

Аннотация

Информационно-аналитические компетенции являются неотъемлемой частью профессиональных навыков специалистов, работающих в органах государственной и муниципальной власти, так как позволяют эффективно обрабатывать и анализировать большие объемы информации, принимать обоснованные решения и прогнозировать последствия принятых мер. Такие навыки особенно актуальны в условиях современного информационного общества, где доступ к информации стал более широким, а объемы данных растут с каждым днем.

Развитие информационно-аналитических компетенций является необходимым условием для успешной профессиональной деятельности выпускников направления 38.04.04 «Государственное и муниципальное управление». Для формирования и совершенствования указанных компетенций у обучающихся нужно использовать современные методы и инструменты работы с большими данными, такие как анализ данных, информационная визуализация, работа с базами данных и другие. Важно развивать критическое мышление и способность к самоконтролю при работе с информацией.

На примере преподавания дисциплины «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении» в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого автор доказывает необходимость использования таксономии Б. Блума в качестве основы методологии курса: благодаря иерархии целей обучения и исследования возможно эффективное формирование информационно-аналитических компетенций и их последовательное закрепление в профессиональной деятельности магистрантов.

Ключевые слова: информационно-аналитические компетенции, данные, аналитика, Data Mining, таксономия Б. Блума, инструменты анализа данных.

Для цитирования:

Калмыкова С. В. Развитие информационно-аналитических компетенций в профессиональной подготовке магистрантов направления «Государственное и муниципальное управление». *Информатика и образование*. 2024;39(3):44–52. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-44-52.

THE DEVELOPMENT OF INFORMATION AND ANALYTICAL COMPETENCIES IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF MASTER'S STUDENTS IN THE "STATE AND MUNICIPAL MANAGEMENT" DIRECTION

S. V. Kalmykova¹ ✉¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

✉ kalmykovas@mail.ru

Abstract

Information and analytical competencies are an integral part of the professional skills of state and municipal authorities, as they allow to effectively process and analyze large amounts of information, make informed decisions, and forecast the consequences of the actions taken. Such skills are especially relevant in the conditions of the modern information society, where access to the information has become wider and data volumes are growing every day.

The development of information and analytical competencies is a necessary condition for the successful professional activity of graduates of the direction 38.04.04 “State and Municipal Management”. To form and improve these competencies in students it is necessary to use modern methods and tools for working with big data, such as data analysis, information visualization, with databases, and others. It is important to develop the critical thinking and self-control ability when working with information.

Using the example of teaching the discipline “Information and analytical technologies in the state and municipal management” at the Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, the author proves the necessity of using B. Bloom’s taxonomy as the basis

of the course methodology: thanks to the hierarchy of learning and research objectives, it is possible to effectively form information and analytical competencies and their consistent consolidation in the professional activities of master's students.

Keywords: information and analytical competencies, data, analytics, Data Mining, B. Bloom's taxonomy, data analysis tools.

For citation:

Kalmykova S. V. The development of information and analytical competencies in the professional training of master's students in the "State and municipal management" direction. *Informatics and Education*. 2024;39(3):44–52. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-44-52.

1. Введение

Активная цифровая трансформация общества, происходящая в наши дни, требует соответствующих умений и навыков от тех, кто вовлечен в управление обществом [1]. К сожалению, формирование информационно-аналитических компетенций и входящих в них умений и навыков у обучающихся по направлению подготовки 38.04.04 «Государственное и муниципальное управление» (ГМУ), реализуемое в соответствии с ФГОС, не всегда, с нашей точки зрения, построено таким образом чтобы обеспечить достаточный уровень теоретических знаний и практических навыков в области функционирования и применения информационно-коммуникационных технологий для осознанного и эффективного решения профессиональных задач согласно категориям и группам должностей государственной и муниципальной службы [2]. Информатизация государственного управления сегодня инициирована целым рядом документов, среди которых стоит отметить Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»¹, поручения Президента от 9 сентября 2020 года по переводу в электронный формат массовых социально значимых государственных и муниципальных услуг², национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации»³, в состав которой входит проект «Цифровое государственное управление»⁴.

Качественное улучшение системы государственного и муниципального управления в части

цифровизации напрямую связано с развитием информационно-аналитических компетенций будущих государственных служащих [3]. Необходимость развития навыков и умений в части информационно-коммуникационных технологий сформулирована уже давно [4], однако не стоит забывать, что соответствующие технологии 10-летней давности существенно отличаются от сегодняшних, и формируемые компетенции должны включать в себя этот накапливаемый эффект, естественно, в разумных пределах [5]. Понятие информационно-коммуникационной компетенции предполагает не только умения и навыки использования различных информационно-коммуникационных инструментов, но и эффективное применение их в своей деятельности. Развитие аналитической составляющей этих компетенций включает в себя владение технологиями декомпозиции, синтеза, поиска закономерностей в работе с исследуемыми данными и социально-экономическими системами [6], обработки информации, конкретизации понимания цели исследования, работы с большими данными, технологиями Data Mining⁵ [7]. Понятие и содержание информационно-аналитической компетенции выпускников направления ГМУ, рассматриваемое в данной статье, основано на изложенном выше понимании информационно-коммуникационной компетенции с углубленной аналитической составляющей.

Развитию информационно-аналитических компетенций выпускников направления ГМУ, с нашей точки зрения, способствует погружение обучающихся в исследовательскую среду, отработка необходимых сегодня навыков системного мышления, обогащение имеющихся компетенций новыми возможностями, открывающимися в цифровой среде [8]. Это позволяет понимать потенциал применения статистического анализа и прогностических моделей для исследования социально-экономических систем, а также принимать научно обоснованные решения на основе полученных результатов. Все эти навыки и методы играют важную роль в современном мире и позволяют эффективно использовать данные для принятия стратегических решений в различных областях деятельности [9].

Целью статьи является исследование возможностей применения таксономии Б. Блума в методологии обучения дисциплине «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении» для эффективного формирования

¹ Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». <http://kremlin.ru/acts/news/63728>

² Президент РФ поручил перевести в электронный вид все массовые социально значимые государственные и муниципальные услуги. *D-Russia.ru*. 14.10.2020. <https://d-russia.ru/prezident-rf-poruchil-perevesti-v-jelektronnyj-vid-vse-massovye-socialno-znachimye-gosudarstvennye-i-municipalnye-uslugi.html>; Перечень поручений по итогам совещания с членами Правительства. <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/64198>

³ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года № 1632-р «Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации"». <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>

⁴ Федеральный проект «Цифровое государственное управление». <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/882/>; Паспорт федерального проекта «Цифровое государственное управление». <https://digital.gov.ru/uploaded/files/pasport-federalnogo-proekta-tsifrovoe-gosudarstvennoe-upravlenie.pdf>

⁵ Data Mining (англ.) — «добыча данных», интеллектуальный анализ данных, извлечение нужной информации из огромных объемов данных.

информационно-аналитических компетенций магистрантов направления подготовки «Государственное и муниципальное управление».

2. Освоение информационно-аналитических компетенций в рамках дисциплины «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении»

Курс «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении» в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (СПбПУ) читается магистрантам направления подготовки 38.04.04 «Государственное и муниципальное управление» в первом семестре 1-го курса. В ряде исследований структура информационно-аналитических компетенций представлена в целостном единстве мотивационно-целевого, когнитивного, деятельностного и рефлексивно-оценочного компонентов [10, 11]. В рамках названного курса эти структурные единицы приобретают следующее содержание (табл. 1)¹.

Для того чтобы освоение информационно-аналитических компетенций в рамках указанного курса происходило наиболее эффективно, на завершаю-

щем этапе освоения дисциплины необходимо, на наш взгляд, сделать обязательными для каждого магистранта разработку и написание комплексного исследования в формате курсового проекта или курсовой работы (в зависимости от учебного плана).

3. Методические аспекты обеспечения дисциплины «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении»

Поскольку дисциплина «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении» изучается на первом курсе магистратуры, основополагающими для нее являются изученные ранее, в программе бакалавриата, предметы: «Информатика», «Системы принятия решений в ГМУ», «Информационные системы и технологии». Однако существует ряд проблем, которые необходимо учитывать в процессе обучения:

1. Состав магистров весьма разнороден, часть из них не владеет необходимыми знаниями и навыками для успешной аналитической работы.
2. Аналитическая работа предполагает глубокое погружение в ситуацию, умение выявлять взаимосвязи [12], формировать целостную

Таблица 1 / Table 1

Структура информационно-аналитических компетенций курса «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении»

Structure of information and analytical competencies of the course "Information and analytical technologies in the state and municipal management"

Компонент информационно-аналитических компетенций	Содержание курса «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении»
Когнитивный	<p>Новые составляющие профессиональных знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> • роль данных в процессе управления; • особенности управления в цифровой среде, возможности применения систем поддержки принятия решений, особенности их функционирования; • возможности использования цифровой среды для обоснования принимаемого решения, в том числе возможности методов автоматического сбора, хранения и анализа данных
Деятельностный	<p>Умения, связанные с анализом данных, обработкой, классификацией и интерпретацией информации, трактовкой/применением результатов анализа:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применение современного инструментария для сбора и анализа данных, включая инструменты моделирования; • использование технологий Data Mining в исследованиях; • инструменты обоснования предлагаемого решения; возможности использования инструментария в слабо структурированных социально-экономических системах
Рефлексивно-оценочный	<p>Навыки формирования критериев, оценочных показателей для фиксации (оценки) достижения заявленного результата:</p> <ul style="list-style-type: none"> • постановка цели, в том числе с использованием технологии эффективного целеполагания SMART²; • обоснование эффективности предлагаемых действий (мероприятий), обработка результатов и их представление; • обоснование предлагаемых критериев; • применение статистических методов для обоснования результата

¹ Поскольку мотивационно-целевой компонент является базовой предпосылкой курса, в таблице он не отражен.

² SMART — аббревиатура (англ. Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time Bound — конкретная, измеримая, достижимая, актуальная, ограниченная во времени), определяющая пять критериев, которым должна соответствовать цель.

картину исследуемой проблемы, а значит, магистранту требуются навыки системного мышления, а не отрывочное владение отдельными инструментами [13]. К сожалению, у большинства обучающихся по направлению ГМУ управленческая работа зачастую ассоциируется со словами «гуманитарий, экономист» и гораздо реже со словами «системный аналитик». Именно поэтому мы считаем необходимым на протяжении всего курса устанавливать взаимосвязи между отдельными занятиями [14], встраивая ранее изученные и освоенные знания и инструменты в текущую работу.

3. Магистранты испытывают сложности с четкой формулировкой цели и задач исследования, пониманием конечного результата.
4. Поиск необходимых данных также представляет собой проблему. К сожалению, несмотря на то, что большое количество информации должно публиковаться в интернете, в том числе и в реестрах открытых данных, очень часто приходится сталкиваться с проблемой неработающих сайтов (постоянно находящихся на техническом обслуживании, как, например, <https://data.gov.ru/>), сайтов, публикующих неполные или не обновленные датасеты, не первичную информацию или не размещающих ее вообще. Приятным исключением являются

порталы открытых данных Правительства Москвы (<https://data.mos.ru/>) и портал открытых данных Санкт-Петербурга (<https://data.gov.spb.ru/>).

Методика преподавания дисциплины предусматривает:

- изучение правил бизнес-анализа (например, стандарта BABOK¹);
- изучение материалов онлайн-курса «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении», размещенных на портале системы дистанционного обучения СПбПУ;
- аудиторные лекционные и практические занятия, на которых в течение семестра обучающиеся не только получают теоретические знания, но и представляют свои проекты по темам, связанным с анализом проблем социально-экономического характера.

Проектирование содержания дисциплины реализовано с учетом принципов таксономии Б. Блума [16]. Используемые в курсе методы обучения [15] представлены в таблице 2.

¹ BABOK (*англ.* Business Analysis Body of Knowledge) — руководство к своду знаний по бизнес-анализу от Международного института ИВА (*англ.* International Institute of Business Analysis). <https://www.iiba.org/career-resources/a-business-analysis-professionals-foundation-for-success/babok/>

Таблица 2 / Table 2

Методы обучения и их практическая реализация в материалах курса «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении»

Teaching methods and their practical realization in the materials of the course "Information and analytical technologies in the state and municipal management"

№ п/п	Методы обучения	Содержание курса
1	Репродуктивные	Теоретический материал, представленный в виде конспектов лекций, видеоматериалов, презентаций. Задачи и упражнения. Разбор тестовых задач, обсуждение моделей социально-экономических систем на лекционных и практических занятиях в аудитории
2	Методы стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности	Задачи исследовательского типа, инициирующие обучающихся проводить свое исследование, поиск и анализ данных
3	Проблемные	Задачи, связанные с исследованием проблемы и анализом предметной области
4	Методы контроля и самоконтроля эффективности учебно-познавательной деятельности	Тестовые задания с самопроверкой. Презентации собственных исследований. Разбор заданий, выполняемых на практических занятиях
5	Методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности	Построение содержания курса по принципу «от простого к сложному» [16]: <ul style="list-style-type: none"> • презентации, конспекты, видеоматериалы, позволяющие изучить инструменты анализа (Excel, инструменты статистического анализа, WizWhy); • применение этих инструментов для исследования тестовой задачи и презентация результата [17]; • обоснование того, в какой части аналитического исследования возможно применение того или иного инструмента [17]; • применение инструмента в своем исследовании [17]

Корреляция уровней таксономии Б. Блума и этапов формирования необходимых информационно-аналитических компетенций на занятии по теме «Data Mining, технология WizWhy»

The correlation of B. Bloom's taxonomy levels and stages of formation of necessary information and analytical competencies at the lesson "Data Mining, WizWhy technology"

Уровень таксономии по Б. Блуму	Этап формирования компетенций	Содержание занятия
Запоминание	Получение знаний	Изучение теоретического материала: базы знаний, продукционных правил, шаблонов поведения данных
Понимание	Закрепление материала	Тест по изученной теоретической части, рефлексия в команде, обоснование необходимости и возможностей применения данной технологии. Понимание возможности использования технологии в своем исследовании
Применение	Использование технологии WizWhy	Разбор задач, выявление закономерностей в исследуемых данных в задачах, предложенных преподавателем. Приобретение навыков исследования данных с помощью технологии WizWhy. Изучение публикаций по данной теме для понимания построения логики отчета
Анализ	Выявление и оценка степени взаимосвязей между параметрами. Использование инструментов статистического анализа	Формулирование задачи собственного исследования, понимание возможности изучаемой технологии для ее решения. Понимание того, на каком этапе исследования будут необходимы полученные результаты
Создание	Обоснование выбора наилучшего решения (альтернативы) с использованием метода анализа иерархий	Применение технологии для решения поставленной задачи своего исследования. Выводы по полученным результатам. Отработка полученных ранее навыков
Оценка	Моделирование обоснования выбора других альтернатив при изменении степени значимости (веса) одного из критериев	Формирование отчета, выводы о том, насколько эффективно применение изученной технологии к задачам, аналогичным той, которая была поставлена в рамках своего исследования. Понимание дальнейших шагов исследования на основе полученных результатов

С опорой на отобранные нами методы обучения и таксономию Б. Блума¹ мы определили этапы формирования информационно-аналитических компетенций и их содержание. Напомним, что Бенджамин Блум разработал свою теорию в 1956 году. Таксономия Блума представляет собой один из наиболее широко применяемых способов классификации уровней знаний и использует многоуровневую шкалу для оценки достижения каждого измеримого результата обучающегося [18]. Основная идея его классификации целей обучения заключается в том, что обучение — это последовательный процесс. Он состоит из 6 уровней: запоминание, понимание, применение, анализ, создание и оценка. Каждый из них опирается на предыдущий: без знания невозможно понимание, без понимания — применение, и так далее [19]. Пример построения материала одной из тем дисциплины «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении» в соответствии с таксономией Б. Блума приведен в таблице 3.

¹ Судейская А. Таксономия Блума: что это такое и зачем она педагогам и методистам *SkillBox Media*. 19.05.2022. <https://skillbox.ru/media/education/taksonomiya-bluma-chto-eto-takoe-i-zachem-ona-pedagogam-i-metodistam/>

4. Результаты

Проведенные исследования и анализ опыта преподавания дисциплины «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении» в течение последних трех лет позволяют говорить о том, что для ее эффективного освоения и наиболее качественного развития информационно-аналитических компетенций обучающихся курс должен строиться на отработке информационно-коммуникационных навыков, полученных ранее [21], и содержать разделы, приведенные в таблице 4.

Пример размещения материалов практического занятия курса «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении» на портале системы дистанционного обучения СПбПУ представлен на рисунке 1. Соотнесение уровней таксономии Б. Блума с содержанием занятия следующее:

- **Запоминание** — «Работа с программой **BI**»: файл содержит общую информацию о том что это за инструмент, каковы принципы его работы и области применения;
- **Понимание** — «Статья как пример рассуждения и отчета»: файл статьи, в которой показано как именно применяется

Краткое содержание разделов курса «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении», соответствующих уровням таксономии по Б. Блуму**The summary of sections of the course "Information and analytical technologies in the state and municipal management" corresponding to the levels of B. Bloom's taxonomy**

Уровень таксономии по Б. Блуму	Лекционный материал	Практические задания и самостоятельная работа	Этап обучения
Запоминание	Восприятие данных в современном мире. Значимость данных в государственном управлении. Терминологическая база. Разбор примеров	Инструмент: Excel. Первичный анализ данных. Работа с разнородными данными. Простейшая визуализация	1
Понимание	Знакомство с правилами бизнес-анализа. Большие данные и их источники. Методы обработки больших данных	Поиск закономерностей в данных. Применение инструментов корреляционного и регрессионного анализа. Формирование отчета, охватывающего 1-й и 2-й этапы обучения, в следующей последовательности: 1. Анализ предметной области. 2. Выявление наиболее значимых параметров. 3. Выявление зависимостей. 4. Формирование простейших прогностических моделей развития ситуации	2
Применение	Когда и зачем необходимо выявлять паттерны поведения данных. Разбор примера постановки задачи для анализа данных с вовлечением данных практических занятий 1-го и 2-го этапов обучения. Знакомство с перспективными трендами в анализе данных. Знакомство с различными инструментами анализа данных	Работа с наборами данных, предоставленными преподавателем. Сбор дополнительных данных по теме своего исследования. Поиск продукционных правил. Ответы на вопросы: 1. Что подтверждают/опровергают полученные данные? 2. Как результаты 1-го и 2-го этапов обучения соотносятся с 3-м этапом?	3
Анализ	Методологии анализа данных. Методология CRISP-DM ¹ . Разбор и понимание каждого этапа анализа	Выстраивание собственного исследования в соответствии с рассматриваемой методологией. Анализ того, какой инструмент и когда из изученных на этапах 1–3 разумнее применять. Обоснование проблемы и цели исследования. Инструменты: описательная статистика, диаграмма Исикавы, инструменты этапов 1–3	4
Создание	Разработка решений для достижения цели. Обоснование значимости решений. Метод анализа иерархий [20]	Знакомство с методом анализа иерархий. Решение тестовых задач. Применение метода анализа иерархий для обоснования наилучшей альтернативы своего исследования. Сущностное представление всего исследования (логика исследования и обоснование применяемого инструментария) и результата (отчет и презентация, демонстрирующая логику исследования)	5
Оценка	Декомпозиция (подробно и на примерах). Различные виды аналитики. Оценка эффективности результата. Методы экспертного анализа и их оценка	Матрицы парных сравнений. Шкалы отношений. Понимание того, как использовать результаты исследования этапов 1–4 при постановке приоритетов матрицы. Обоснование построенных матриц для своего исследования	6

¹ CRISP-DM (англ. Cross-Industry Standard Process for Data Mining — межотраслевой стандартный процесс исследования данных) описывает жизненный цикл исследования данных, состоящий из 6 фаз: от постановки задачи с точки зрения бизнеса до внедрения технического решения. Все фазы CRISP-DM делятся на задачи, по итогам каждой должен быть достигнут конкретный результат.

Практики 9_10 (2 пары, 4 ч) (20 и 27.11)

-  Работа с программой_B1
-  WW_работа с программой_B2
-  Практики 9_10 WW
-  Статья_ как пример рассуждений и отчета
-  Отправить задание

1. **Работа с файлом «Shares»** - знакомство с программой, выдвинуть свою гипотезу, сформировать по ней мини-отчет в формате Word.
2. **Работа с файлами «Анкета» и «Неар».**
Изучить пункты анкеты. Подтвердить или опровергнуть (и обосновать) следующие предположения (результаты работы оформить в отчет):
 - руководители 4-го типа предпочитают семейные ценности;
 - для тех работников, которым важна стабильная (высокая) заработная плата, не важны комфортные (конкретизировать, что это) условия работы;
 - женщины, в отличие от мужчин, больше внимания уделяют обстановке в коллективе.
3. Самостоятельная работа с файлом «WizWhy_задания». Выбрать 2 задачи. Провести самостоятельный анализ. Отчет должен содержать следующие разделы (по каждой гипотезе в задачах): 1) Сформулированная гипотеза. 2) Суммарный отчет по постановке задачи с комментариями. 3) Графики отчета по трендам с пояснениями. 4) Подтверждающие правила с пояснениями. 5) Вывод.

Рис. Скриншот практического занятия курса «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении», выложенного на портале системы дистанционного обучения СПбПУ

Fig. A screenshot of a practical session of the course "Information and analytical technologies in the state and municipal management" posted on the portal of the SPbPU distance learning system

инструмент для исследования, как строятся гипотезы и интерпретируются найденные программой WizWhy правила;

- **Применение и анализ — материалы заданий, размещенные в папке «Практика 9_10 WW»;**
- **Создание и оценка — материалы, размещаемые в элементе «Отправить задание».**

При проведении практических занятий используются материалы, размещенные на портале. Это дает возможность наиболее эффективного обучения и для тех магистрантов, которые иногда пропускают занятия.

5. Выводы

Развитие информационно-аналитических компетенций у студентов направления подготовки «Государственное и муниципальное управление» является критически важным для их будущей профессиональной деятельности. Однако в ходе их профессионального обучения на уровне магистратуры развитию указанных компетенций и входящих в них знаний, умений и навыков не всегда уделяется достаточное внимание. В контексте современной цифровой трансформации общества цифровое государственное управление приобретает особую значимость. Курс «Информационно-аналитические технологии в государственном и муниципальном управлении» в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого способствует развитию информационно-аналитических компетенций у студентов.

Исследование содержания дисциплины и анализ опыта ее преподавания показывают, что для эффективного развития информационно-аналитических компетенций методологическое обеспечение курса необходимо выстраивать с учетом иерархии целей по таксономии Б. Блума. Каждый раздел курса должен соответствовать определенному уровню таксономии и этапу формирования компетенций, а также иметь соответствующий им набор лекционных материалов, практических заданий и заданий для самостоятельной работы.

Важно отметить, что для эффективного формирования информационно-аналитических компетенций магистрантов необходимо обучить использовать различные методы и инструменты, такие как анализ иерархий, методы экспертного анализа и оценки, методологию анализа данных и CRISP-DM, инструменты анализа данных, правила бизнес-анализа, а также работу с большими данными и их визуализацию. Таким образом, статья подчеркивает необходимость разнообразия методов обучения и их практической реализации для эффективного формирования информационно-аналитических компетенций у студентов.

Список источников / References

1. Косоруков А. А. Нейроинтерфейсы в государственном управлении: возможности и ограничения. *Государственное управление. Электронный вестник*. 2023;(97):155–173. EDN: FTDXNQ. DOI: 10.24412/2070-1381-2023-97-155-173.

[Kosorukov A. A. Neurointerfaces in public administration: Opportunities and limitations. *E-journal Public Administration*. 2023;(97):155–173. (In Russian.) EDN: FTDXNQ. DOI: 10.24412/2070-1381-2023-97-155-173.]

2. Данилова О. В., Яруськина Е. Т. ИКТ-компетентность бакалавров государственного и муниципального управления. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(2):177. EDN: VUCWQX.

[Danilova O. V., Yaruskina E. T. ICT-competence of bachelors of state and municipal management. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2016;(2):177. (In Russian.) EDN: VUCWQX.]

3. Данкова Ж. Ю. Формирование аналитических компетенций государственных служащих. *Социально-гуманитарные знания*. 2018;(4):95–101. EDN: UXIWIS.

[Danikova Z. Y. Formation of the analytical competencies of civil servants. *Sotsial'no-Gumanitarnyye Znaniya*. 2018;(4):95–101. (In Russian.) EDN: UXIWIS.]

4. Рыжова Н. И., Фомин В. И., Филимонова Е. В. Концептуальные линии развития содержания обучения, направленного на формирование информационно-аналитической компетентности специалиста. *Информатика и образование*. 2008;(12):96–101. EDN: KAWTXZ.

[Ryzhova N. I., Fomin V. I., Filimonova E. V. Conceptual lines for the development of training content aimed at developing the information and analytical competence of a specialist. *Informatics and Education*. 2008;(12):96–101. (In Russian.) EDN: KAWTXZ.]

5. Лапыгин Ю. Н., Ерашова О. В. Модели компетенций государственных гражданских служащих. *Современная экономика: проблемы, тенденции, перспективы*. 2013;(9):189–208. EDN: RNHMWD.

[Lapygin Yu. N., Erashova O. V. Competency model of the state civil servants. *Sovremennaya Ekonomika: Problemy, Tendentsii, Perspektivy*. 2013;(9):189–208. (In Russian.) EDN: RNHMWD.]

6. Мачуева Д. А. Современные методы анализа и оценки социально-экономических систем. *Инженерный вестник Дона*. 2016;(4(43)):99. EDN: YJKSKD.

[Machueva D. A. Modern methods of the analysis and assessment of socio-economic systems. *Engineering Journal of Don*. 2016;(4(43)):99. (In Russian.) EDN: YJKSKD.]

7. Косорук А. А., Кшелевецкая М. Н. Большие данные в практике управления современным государством. *Тренды и управление*. 2019;(1):74–81. EDN: VXAGMC. DOI: 10.7256/2454-0730.2019.1.23359.

[Kosorukov A. A., Kshemenetskaya M. N. Big data in the practice of governing a modern state. *Trendy i Upravleniye*. 2019;(1):74–81. (In Russian.) EDN: VXAGMC. DOI: 10.7256/2454-0730.2019.1.23359.]

8. Байкина Н. В., Михелькевич В. Н. Компетентностно-модульная технология формирования информационно-аналитических компетенций у студентов — будущих специалистов таможенного дела. *Современные наукоемкие технологии*. 2021;(2):106–110. EDN: CVLEHF. DOI: 10.17513/snt.38502.

[Baikina N. V., Mihelkevich V. N. Competence modular technology for forming information and analytical competencies in students — future customs specialists. *Sovremennye Naukoemkiye Tekhnologii*. 2021;(2):106–110. (In Russian.) EDN: CVLEHF. DOI: 10.17513/snt.38502.]

9. Dingelstad J., Borst R. T., Meijer A. Hybrid data competencies for municipal civil servants: An empirical analysis of the required competencies for data-driven decision-making. *Public Personnel Management*. 2022;51(4):458–490. DOI: 10.1177/00910260221111744.

10. Сулейманова Е. А. Этапы формирования информационно-аналитических компетенций студентов вуза. *Казанский педагогический журнал*. 2014;(2(103)):151–157. EDN: SLQSSN.

[Suleymanova E. A. Stages of formation of information and analytical competencies of university students. *Kazan Pedagogical Journal*. 2014;(2(103)):151–157. (In Russian.) EDN: SLQSSN.]

11. Рыжова Н. И., Фомин В. И., Филимонова Е. В. Информационно-аналитическая компетентность специалиста:

структурная модель, концепция формирования и содержание обучения. *Педагогический университетский вестник Алтай*. 2008;(1):39–43. EDN: SCAXTR.

[Ryzhova N. I., Fomin V. I., Filimonova E. V. Information and analytical competence of a specialist: Structural model, concept of formation and content of training. *Pedagogicheskiy Universitetskiy Vestnik Altaya*. 2008;(1):39–43. (In Russian.) EDN: SCAXTR.]

12. Петрунин Ю. Ю. Служебный роман в восприятии будущих управленцев. *Вестник Московского университета. Серия 21: Управление (государство и общество)*. 2021;(3):3–22. EDN: BZLKSXW.

[Petrunin Yu. Yu. Office romance in the perception future managers. *Moscow University Bulletin. Series 21. Public Administration*. 2021;(3):3–22. (In Russian.) EDN: BZLKSXW.]

13. Габдулин Р. Р., Ляковская Е. А., Коровин А. М., Рец Е. А. Прогнозирование спроса на рынке дорожно-строительной техники с использованием инструментов интеллектуального анализа данных. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника*. 2022;22(3):117–131. EDN: MXLNXE. DOI: 10.14529/ctcr220311.

[Gabdulin R. R., Lyaskovskaya E. A., Korovin A. M., Retz E. A. Forecasting demand in the road construction machinery market using data mining. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2022;22(3):117–131. (In Russian.) EDN: MXLNXE. DOI: 10.14529/ctcr220311.]

14. Карташева О. В., Тарасова А. Ю. Методические аспекты обеспечения дисциплины «Информационно-аналитические технологии в бизнесе» для магистрантов по направлению «Экономика». *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика*. 2023;(1):133–146. EDN: JQCBAI. DOI: 10.18384/2310-7219-2023-1-133-146.

[Kartasheva O. V., Tarasova A. Yu. Methodological aspects of providing the discipline “Information and analytical technologies in business” for master’s students in the «Economics» direction. *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Pedagogics*. 2023;(1):133–146. (In Russian.) EDN: JQCBAI. DOI: 10.18384/2310-7219-2023-1-133-146.]

15. Бедрин В. С. Методы обучения по дисциплине «Информатика и информационные технологии в профессиональной деятельности». *Мир науки, культуры, образования*. 2019;(6(79)):285–287. EDN: OMRQZE. DOI: 10.24411/1991-5497-2019-10122.

[Bedrin V. S. To the question of teaching methods in the discipline “Informatics and information technologies in professional activity”. *Mir Nauki, Kultury, Obrazovaniya*. 2019;(6(79)):285–287. (In Russian.) EDN: OMRQZE. DOI: 10.24411/1991-5497-2019-10122.]

16. Adams N. E. Bloom’s taxonomy of cognitive learning objectives. *Journal of the Medical Library Association*. 2015;103(3):152–153. DOI: 10.3163/1536-5050.103.3.010.

17. Keene J., Colvin J., Sissons J. Mapping student information literacy activity against Bloom’s taxonomy of cognitive skills. *Journal of Information Literacy*. 2010;4(1):4–20. DOI: 10.11645/4.1.189.

18. Итinson К. С., Чиркова В. М. Применение таксономии образовательных целей Блума в процессе обучения иностранному языку. *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. 2021;10(4):106–108. EDN: XFUMUO. DOI: 10.26140/anip-2021-1004-0027.

[Itinson K. S., Chirkova V. M. Applying the taxonomy of educational goals of Bloom in the process of teaching a foreign language. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. 2021;10(4):106–108. (In Russian.) EDN: XFUMUO. DOI: 10.26140/anip-2021-1004-0027.]

19. Ormell C. P. Bloom’s taxonomy and the objectives of education. *Educational Research*. 1974;17(1):3–18. DOI: 10.1080/0013188740170101.

20. Лапыгин Ю. Н., Баринов М. А. Потенциал метода анализа иерархий в стратегическом управлении организациями. *Вестник университета*. 2008;(11):126–129. EDN: VVBBJL.

[*Lapugin Yu. N., Barinov M. A. Potential of the method of hierarchy analysis in strategic management of organizations. Vestnik Universiteta*. 2008;(11):126–129. (In Russian.) EDN: VVBBJL.]

21. Калмыкова С. В., Ярошевская Е. Ю., Иванова И. А. Работа с таблицами в Microsoft Excel. Учебно-методическое пособие для вузов. 2-е изд. Санкт-Петербург: Лань; 2021. 136 с.

[*Kalmykova S. V., Yaroshevskaya E. Yu., Ivanova I. A. Working with tables in Microsoft Excel. Textbook for universities*. 2nd ed. Saint Petersburg, Lan'; 2021. 136 p.]

Информация об авторе

Калмыкова Светлана Владимировна, канд. пед. наук, доцент, директор Центра открытого образования, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

Санкт-Петербург, Россия; доцент Высшей школы административного управления, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5453-1884>; *e-mail*: kalmykovas@mail.ru

Information about the author

Svetlana V. Kalmykova, Candidate of Sciences (Education), Docent, Director of the Center for Open Education, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia; Associate Professor at the Graduate School of Administrative Management, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5453-1884>; *e-mail*: kalmykovas@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 21.12.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 29.01.24.

Принята к печати / Accepted: 30.01.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-53-65

ФОРМИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ СТУДЕНТА ВУЗА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА

К. В. Захарченков¹, Т. В. Мрочек¹ ✉, В. В. Кутузов¹¹ Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь

✉ mrovlad@mail.ru

Аннотация

Индивидуальная образовательная траектория позволяет предоставить каждому обучающемуся последовательность учебных материалов в соответствии с его темпом, стилем обучения и имеющимися пробелами в познаниях. В условиях цифровизации образования появляется возможность использовать современные способы повышения качества обучения для создания индивидуальной образовательной траектории. В статье представлена модель адаптации учебного контента, которая содержит алгоритм построения индивидуальной образовательной траектории, основанный на модифицированном муравьином алгоритме (алгоритме муравьиной колонии) и обеспечивающий персонализированный подбор последовательности учебных материалов. Модель адаптации учебного контента рассматривается на примере изучения языка SQL в рамках курса «Базы данных».

Предложенная модификация алгоритма муравьиной колонии позволяет повысить эффективность формирования компетенций при прохождении учебных дисциплин, имеющих значительную продолжительность и состоящих из слабо связанных между собой модулей, за счет отнесения каждого студента к наиболее подходящей подгруппе в соответствии с выбранной профессиональной ролью и организации полноценного повторения на протяжении изучения всей дисциплины. В качестве спецификаторов групп обучающихся предложено использовать желаемый квалификационный уровень освоения языка SQL (базовый или профессиональный) или направление подготовки (специальность). Повторение основ решения задач в процессе изучения дисциплины предложено выполнять на основе определяемых алгоритмом муравьиной колонии значений «феромона», формула для расчета которых обеспечивает высокую вероятность перенаправления студента на решение задач из списка на повторение при превышении допустимого количества взятых подсказок или попыток решения.

Ключевые слова: алгоритмы роевого интеллекта, муравьиный алгоритм, алгоритм муравьиной колонии, профессиональная подготовка по SQL, компетенции, индивидуальная образовательная траектория, учет забывания, модель обучающегося, модель адаптации учебного контента.

Для цитирования:

Захарченков К. В., Мрочек Т. В., Кутузов В. В. Формирование индивидуальной образовательной траектории студента вуза на основе модифицированного муравьиного алгоритма. *Информатика и образование*. 2024;39(3):53–65. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-53-65.

FORMATION OF INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORY OF UNIVERSITY STUDENT BASED ON MODIFIED ANT COLONY OPTIMIZATION ALGORITHM

K. V. Zakharchenkov¹, T. V. Mrochek¹ ✉, V. V. Kutuzov¹¹ Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus

✉ mrovlad@mail.ru

Abstract

Individual educational trajectory allows to provide each learner with a sequence of learning materials in accordance with their pace, learning style and existing gaps in knowledge. Under the conditions of education digitalization, there is an opportunity to use modern ways to improve learning quality to create an individual educational trajectory. The article presents a model of learning content adaptation which contains an algorithm for building an individual educational trajectory based on a modified ant colony optimization algorithm that provides a personalized selection of a sequence of educational materials. The model of learning content adaptation is illustrated on the example of learning SQL within the framework of the course “Databases”.

The proposed modification of the ant colony optimization algorithm allows to increase in the efficiency of competence formation in the course of academic disciplines which have a significant duration and consist of loosely related modules by assigning each student to the most appropriate subgroup in accordance with the chosen professional role and organizing full-fledged repetition throughout the

discipline. It is proposed to use the desired qualification level of mastering the SQL (basic or professional) or the direction of training (specialty) as specifiers of student groups. The repetition of the basics of problem solving in the process of studying the discipline is proposed to be performed based on pheromone values determined by the ant colony optimization algorithm. The calculating formula for these values provides a high probability of redirecting the student to the solution of problems from the list for repetition when exceeding the permissible number of taken hints or attempts to solve.

Keywords: swarm intelligence algorithms, ant colony optimization algorithm, ACO algorithm, professional SQL training, competencies, individual educational trajectory, accounting for forgetting, learner model, training content adaptation model.

For citation:

Zakharchenkov K. V., Mrochek T. V., Kutuzov V. V. Formation of individual educational trajectory of university student based on modified ant colony optimization algorithm. *Informatics and Education*. 2024;39(3):53–65. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-53-65.

1. Введение

Построение индивидуальных образовательных траекторий (ИОТ) обучающихся является одной из целей цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования в Российской Федерации к 2030 году¹. Создание условий для выстраивания педагогами ИОТ является одним из направлений развития системы образования Беларуси до 2025 года². Именно ИОТ позволяют сформировать для каждого обучающегося последовательность учебных материалов, подбираемую индивидуально и адаптивно [1, 2], т. е. с постоянной автоматизированной корректировкой с учетом пробелов в знаниях, темпа и стиля обучения, особенностей забывания ранее приобретенных знаний.

Однако в традиционном учебном процессе при изучении различных разделов информатики (как в средних специальных и высших учебных заведениях, так и в подавляющем большинстве массовых открытых онлайн-курсов (МООК)) чаще всего практикуется последовательное, линейное прохождение тем дисциплины. Материал может преподаваться и по спиралевидной схеме, т. е. в каждой последующей теме элементы изученного ранее материала излагаются на более высоком уровне [3, 4]. Как правило, преподаватели используют знакомые, привычные формы обучения (например, традиционные лекции, занятия с использованием мультимедиа и ЭВМ) и полагаются на свой опыт обнаружения пробелов в познаниях студента. При таком подходе отсутствует адаптивный учет индивидуальных особенностей восприятия и забывания материала, а значит, современные возможности повышения качества обучения не используются в полной мере.

Например, при самоподготовке студенты, изучающие программирование, могут использовать российские интернет-тренажеры:

- для отработки навыков программирования на различных процедурных языках — ряд

курсов на Каталог-курсов.ру, Codeforces, Codechick, Stepik и др.³;

- для обучения написанию SQL-запросов — «Упражнения по SQL», LearnDB, SQLAcademy⁴.

Однако данные интернет-ресурсы трудно применять в традиционном учебном процессе, т. к. они не обеспечивают преподавателю возможность в полной мере контролировать процесс обучения и приспособить задания к учебному плану дисциплины. Обратная связь у подобных ресурсов чаще всего ограничивается выдачей сообщения о правильном/неправильном ответе, а персонализированный подход к организации обучения по ИОТ отсутствует.

Задача формирования ИОТ является NP-трудной⁵ [1, 5], поэтому для ее решения применяются различные алгоритмы искусственного интеллекта [1, 6], например, биоинспирированные алгоритмы роевого интеллекта. Действия обучающихся при построении ИОТ, обеспечивающей достижение наилучших результатов обучения за минимальное время, напоминают действия членов (агентов) роевых популяций при поиске источников пищи. Поэтому муравьиный алгоритм (или алгоритм муравьиной колонии (англ. Ant Colony Optimization (ACO) Algorithm) является одним из наиболее часто используемых [1, 7]. Муравьиный алгоритм имеет небольшое количество параметров по сравнению с иными алгоритмами искусственного интеллекта и, как отмечается в работе А. Р. Dharshini, S. Chandrakumarmangalam, G. Arthi «Ant colony optimization for competency based learning objects sequencing in e-learning» [8], в задаче построения ИОТ чаще показывает лучшие результаты, нежели, например, генетический алгоритм (англ. Genetic Algorithm) или алгоритм оптимизации роем частиц (англ. Particle Swarm Optimization, PSO).

Целью статьи является построение ИОТ с помощью алгоритма муравьиной колонии, модифициро-

¹ Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования. М.: Минобрнауки России; 2021. 267 с. <https://minobrnauki.gov.ru/upload/iblock/e16/dv6edzmr0og5dm57dtm0wyllr6uwttjw.pdf>

² Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 ноября 2021 года № 683 «О Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года». <https://adu.by/images/2021/12/koncept-razv-sist-obrazov.pdf>

³ Подробнее см. соответствующие сайты: <https://katalog-kursov.ru>, <https://codeforces.com/>, <https://codechick.io/>, <https://stepik.org/catalog>.

⁴ Подробнее см. соответствующие сайты: <https://sql-ex.ru/>, <https://learndb.ru/>, <https://sql-academy.org/ru>.

⁵ Задача относится к классу NP-трудных (англ. Nondeterministic Polynomial, NP — недетерминированный полиномиально-временной), если ее невозможно решить никаким полиномиально-временным алгоритмом при допущении истинности неравенства $P \neq NP$, где P — класс детерминированных полиномиально-временных задач. Подробнее см.: Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Алгоритмы для NP-трудных задач. Санкт-Петербург: Питер; 2021. 304 с.

ванного за счет разделения студентов на группы в зависимости от выбранного направления подготовки и желаемого квалификационного уровня подготовки, а также подбора параметров и формул алгоритма таким образом, чтобы обеспечить высокую вероятность выбора тех заданий, основы решения которых были не полностью усвоены.

Данный алгоритм предназначен в первую очередь для построения ИОТ при изучении учебных дисциплин, имеющих значительную протяженность во времени и состоящих из слабо связанных между собой модулей. В качестве примера подобной дисциплины можно назвать курс «Базы данных», важным компонентом которого является язык SQL (аббревиатура от *англ.* Structured Query Language — «язык структурированных запросов»). SQL очень востребован работодателями в промышленном программировании и включен во все курсы изучения баз данных [9]. Реляционные системы управления базами данных (СУБД), основанные на языке SQL, много лет стабильно занимают первые позиции по популярности среди СУБД различных типов. Но, как правило, в курсе по базам данных на изучение SQL уходит только часть времени (в университете, например, не больше трех семестров, т. е. 40–65 % аудиторных часов дисциплины).

Как показывает практика, использование принципа итеративного обучения (многократного повторения информации на более высоком уровне в последующих темах) не является эффективным, поскольку повторяются чаще всего лишь отдельные фрагменты изученных тем без учета информации о том, что именно было забыто конкретным обучающимся. Поэтому *организация решения достаточного количества заданий, равномерно распределенного на протяжении всего курса, с повторением пройденных типовых задач, последовательность которых формируется для каждого студента индивидуально, является принципиально важной.*

К тому же изучение SQL осложняется тем, что этот язык является декларативным. При переходе на SQL с более привычных процедурных языков программирования возникают трудности в силу, например, необходимости наработки понимания особенностей работы с множествами и отношениями, ограничений возможности использования привычных циклических конструкций и т. п. [10, 11].

Для достижения поставленной нами цели необходимо выполнить следующие шаги:

- проанализировать существующие модификации алгоритма муравьиной колонии для задачи построения ИОТ в электронных обучающих системах;
- разработать модификацию указанного алгоритма;
- оценить повышение эффективности с точки зрения сформированности компетенций на примере курса «Базы данных» при апробации предложенной модификации.

2. Обзор подходов к формированию индивидуальной образовательной траектории на основе муравьиного алгоритма

Муравьиный алгоритм описан в статье M. Dorigo, L. M. Gambardella «Ant colonies for the travelling salesman problem» [12] для решения комбинаторных задач и модифицирован в ряде работ специально для задачи формирования ИОТ [5–8, 13–18]. Этот алгоритм описывает разнесенное во времени не прямое взаимодействие муравьев на пути от колонии к источнику еды: наиболее удачные и короткие пути муравьи маркируют большим количеством феромона, по которому новые особи ориентируются, выбирая траектории с наибольшей концентрацией феромонов, позволяющие добраться до еды за наименьшее время. Каждый раз муравьи оставляют феромонные метки, увеличивая концентрацию феромонов на оптимальном пути. А на более долгих путях, выбранных первыми муравьями, феромоны со временем испаряются, и менее используемые траектории исчезают.

В различных модификациях применения муравьиного алгоритма к образовательным задачам совокупность учебных материалов представлена графом, узлы которого представляют собой обучающие объекты (элементы теории, тесты, задачи (типичные и повышенной сложности), контрольные работы) и связаны между собой ребрами — ссылками на обучающие объекты. Студент k (аналог муравья) перемещается из узла i в узел j , имеющий наибольшую вероятность перехода $P_{ij,k}(t)$. В случае положительного прохождения узла студент «откладывает» на ребре r_{ij} «феромон» τ_{ij} , задействуя тем самым канал стигмергии¹, с помощью которого организуется разнесенное во времени не прямое взаимодействие обучающихся. Другие студенты используют «феромонную» информацию, выбирая наиболее посещаемые ребра — обучающие объекты, позволяющие успешно пройти курс за наименьшее время.

В адаптивной персонализированной системе электронного обучения, представленной в статье D. Sivakumar, R. Praveena «Determining optimized learning path for an e-learning system using ant colony optimization algorithm» [13], путь определяется интенсивностью меток на ребрах графа (т. е. максимальной частотой посещений узла графа, характеризующей заинтересованность студентов), а частота посещения узла рассчитывается как отношение числа посещений узла к общему количеству узлов графа. Такой подход к определению траектории не позволяет учесть индивидуальные особенности каждого студента при восприятии и забывании материала.

¹ Стигмергия (*др.-греч.* στίγμα — знак, метка, ἔργον — действие, работа) — асинхронное взаимодействие между субъектами, в ходе которого одни вносят изменения в окружающую среду, а другие используют эти изменения позднее. Стигмергия у муравьев реализуется с помощью феромонных меток.

В работе Ю. Ю. Дюличевой «Алгоритмы роевого интеллекта и их применение для анализа образовательных данных» [14] была описана модификация муравьиного алгоритма для задачи организации оптимальной последовательности тем проектных семинаров, при этом рекомендуемые вершины графа тем определялись на основе траекторий студентов, схожих по уровню знаний, без учета личных особенностей забывания.

«Феромон», как и в статье L.-H. Wong, C.-K. Looi «Adaptable learning pathway generation with ant colony optimization» [15], представляет собой меру сходства между атрибутами c «муравья» k и «муравьев» a , прошедших курс:

$$S(c, a) = \sqrt{\sum w_x (x_c - x_a)^2 + w_t (t_c - t_a)^2},$$

где:

x — количественное значение атрибута «муравья»;

w_x — весовой коэффициент, характеризующий значимость навыков, приобретаемых при прохождении узла;

w_t — весовой коэффициент, характеризующий время обучения, имитируя испарение «феромонов» на ребре.

S. Allach, M. B. Ahmed, A. Ghadi, M. Essaaidi в статье «Modeling of e-learning based on ant colony algorithm» [16] предлагают пометить ребро r_{ij} графа «феромоном» успеха S или неудачи F , добавляемым при верном (или неверном) решении задания в узле j . Значение S или F рассчитывается на основе механизма обратного распространения: S или F (первоначально равно оценке α за прохождение узла j) должно появиться не только на ребре, которое привело муравья к узлу j , но и на предыдущих ребрах с номерами m с уменьшением значения S или F на каждом предшествующем ребре на величину $\alpha/(m+1)$.

N. C. Benabdellah, M. Gharbi, M. Bellafkih в работе «Ant colony algorithm and new pheromone to adapt units sequence to learners' profiles» [17] предложили использовать «феромон» следования, который в случае, если посещенный узел j принадлежит корректной последовательности узлов, заданной преподавателем на основе учебной программы курса, добавляет на ребро r_{ij} положительное значение S или F , а в противном случае — отрицательное значение.

Использование механизма обратного распространения «феромонов» S и F в работах [16, 17] позволяет увеличить значимость узлов, прохождение которых способствует более успешному решению задач в последующих узлах [16]. Однако такой подход неэффективен при изучении ряда слабо связанных между собой тем в типовом учебном курсе по базам данных.

В случае, если студент не решил упражнение, I. Kamsa, R. Elouahbi, F. El Khoukhi в статье «The combination between the individual factors and the collective experience for ultimate optimization learning path using ant colony algorithm» [18] предлагают размещать на ребрах перед узлами, прохождение которых позволяет натренировать навыки решения, спасательный «феромон»:

$$Qsarc_{j,p} = 0,4 + (1 - Qsarc_{ij})0,4,$$

где:

j — набор ребер, не пройденных обучающимся и имеющих тот же узел-предшественник, что и пройденное ребро p ;

$Qsarc_{ij}$ — значение «феромона» на ребре r_{ij} , ведущем к узлу, в котором студент не решил задание.

Для сложных задач, содержащих множество различных понятий, такой подход не позволяет четко определить узел, помогающий прийти к верному решению в последующем узле.

В упомянутом выше исследовании A. P. Dharshini, S. Chandrakumarmangalam, G. Arthi [8] предложено формировать подгруппы на основе параметров, выбираемых студентами: желаемого уровня сложности курса (легкий, средний, сложный), вида учебной деятельности (тренировочный, оценка), когнитивного уровня прохождения курса (когнитивные уровни определены на основе таксономии Б. Блума¹). «Феромон» обновляется по формуле:

$$\tau_{ij} = (1 - \rho)\tau_{ij} + \frac{\rho}{M} \sum_{k \in M} F(k),$$

где:

ρ — скорость испарения «феромона»; $\rho = \overline{0,1}$;

M — набор решений, полученных на текущем шаге;

$F(k)$ — функция качества текущего решения k .

Однако формулирование в явном виде функции качества для распределенной во времени и многоаспектной задачи изучения курса «Базы данных» является трудоемким и сложным [19, 20].

В алгоритме ISACS, использование которого описывают M. Rastegarmoghadam, K. Ziarati в статье «Improved modeling of intelligent tutoring systems using ant colony optimization» [5], «феромон» разрешено добавлять только «муравьям» с наилучшими результатами за определенный период времени, что позволяет сократить работы по разведыванию и ускорить нахождение лучшего пути [21]. Изменение «феромона» описывается формулой:

$$\Delta\tau_{ij,k} = R_{ij,k} + \frac{S_{ij,k}}{S_{\max}/T_{ij,k}},$$

где:

$R_{ij,k}$ — коэффициент памяти;

$S_{ij,k}$ — оценка, полученная «муравьем» k за прохождение узла j ;

S_{\max} — наивысшая оценка среди всех оценок, полученных «муравьями», прошедшими ребро r_{ij} ;

$T_{ij,k}$ — время выполнения задания в узле j .

Забывание пройденного материала учитывает предложенный на основе кривой забывания Г. Эббингауза коэффициент памяти:

¹ Таксономия Блума (англ. Bloom's Taxonomy) — классификация целей обучения и связанных с ними когнитивных процессов, предложенная Б. Блумом в 1956 году и ставшая фундаментальным педагогическим инструментом для формирования образовательных целей и оценки учебных достижений обучающихся.

$$R_{ij,k} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\lambda s} \ln(1 + \lambda t_{ij,k})},$$

где:

- λ — константа обучения;
- s — относительная мощность памяти;
- $t_{ij,k}$ — время перехода из узла i в j .

Каждому студенту предлагаются обучающие объекты в соответствии с его стилем обучения, определяемым на основе модели VARK¹, и индикатором типа личности Майерс—Бриггс². Однако такой подход может привести к ограничению возможностей для обучения, т. к. он не учитывает, что студенты могут использовать комбинации разных типов материалов.

Q. Liu, J. Huang, L. Wu, J. Hu, M. Hu в статье «Study on learner model in adaptive learning system based on ant colony algorithm» [22] предлагают подбирать обучающие объекты на основе шкалы стилей обучения Grasha—Riechmann³ и определять значение важности обучающего объекта на основе таблицы преобразования заданий, соответствующих разным уровням таксономии Б. Блума, в количественный коэффициент когнитивных целей φ_j , который может принимать значения от 0,5 до 3. Добавляемое количество «феромона» рассчитывается по формуле:

$$\tau_{ij,k} = R\tau_{ij,k} + \Delta\tau_{ij,k}, \quad (1)$$

где:

R — коэффициент сохранения в памяти ($0 < R \leq 1$), характеризующий объем остаточных знаний в момент времени t . R рассчитывается на основе выражения $R = e^{-t/S}$, полученного с учетом исследований Г. Эббингауза [23], а S — характеристика забывания, индивидуальная для каждого обучающегося;

$\Delta\tau_{ij,k}$ — приращение «феромона», которое рассчитывается по формуле:

$$\Delta\tau_{ij,k} = \frac{\varphi_j}{\sum_{h=1}^j \varphi_h}, \quad (2)$$

где:

h — номер узла из списка узлов, переход в которые из предыдущего узла i допускается.

Таким образом, в известных на сегодняшний день модификациях муравьиного алгоритма для

задачи построения ИОТ используются различные подходы, касающиеся в основном того, как при расчете «феромонов» учитывать учебные достижения обучающегося, желаемый уровень сложности курса и забывание изученного материала. Однако эти модификации имеют следующие недостатки:

- общий характер и плохая приспособленность для учебных дисциплин со значительной расщепленностью во времени при изучении модулей, которые часто слабо связаны между собой, что требует полноценного повторения на протяжении всего курса;
- ориентация на пользователей, знакомых с каким-либо языком программирования, и формирование для них перечня задач, составленных, как правило, на основе личного опыта разработчика учебного курса или на основе таксономии Б. Блума. Такие подходы являются несовершенными, поскольку в отношении профессиональной подготовки в учебном заведении целесообразно указывать конкретное направление (специальность) с четко определенным перечнем компетенций или желаемый профессиональный уровень подготовки (например, «разработчик баз данных», «программист» и т. п.);
- попытки учесть при добавлении «феромонов» коэффициент забывания, определяемый с помощью функций на основе исследований кривой забывания Г. Эббингауза (см., например, в статьях [5, 22]), не могут представлять собой общее правило запоминания и забывания учебного материала [24].

3. Материалы и методы исследования

В качестве материала исследования используются типовые учебные программы по дисциплине «Базы данных» высших и средних специальных учебных заведений, предусматривающие изучение SQL. При разработке структуры графа электронных учебных материалов использована стратегия микрообучения, позволившая структурировать учебный материал небольшими порциями [25], количество которых зависит от объема изучаемой темы и требуемого уровня ее освоения. При построении модели адаптации учебного материала использован математический аппарат алгоритмов роевого интеллекта. Эмпирической базой исследования послужили результаты подготовки обучающихся с применением разработанной модификации алгоритма муравьиной колонии и без нее.

4. Характеристика базовых компонентов решения задачи построения индивидуальной образовательной траектории

Индивидуальная образовательная траектория, представленная в данном исследовании, выстраивается посредством взаимодействия модели предметной

¹ Модель VARK (аббревиатура, *англ.* Visual, Auditory, Reading и Kinesthetic — визуальный, аудиальный, читающий, кинестетический) — модель стилей обучения, разработанная Нилом Флемингом, построена на классификации учащихся по четырем группам в зависимости от их стиля восприятия информации.

² Индикатор типов Майерс—Бриггс (*англ.* Myers—Briggs Type Indicator, MBTI) — система психологического тестирования, которая проводится по методике самоотчета и помогает определить тип личности на основе индивидуальных предпочтений.

³ Шкала стилей обучения Grasha—Riechmann (*англ.* Grasha—Riechmann Learning Style Scales) — модель, разработанная Antony F. Grasha и Sheryl W. Riechmann в 1974 году, классифицирует стили обучения на шесть типов: независимый, зависимый, избегающий, активный, соревновательный, коллаборативный.

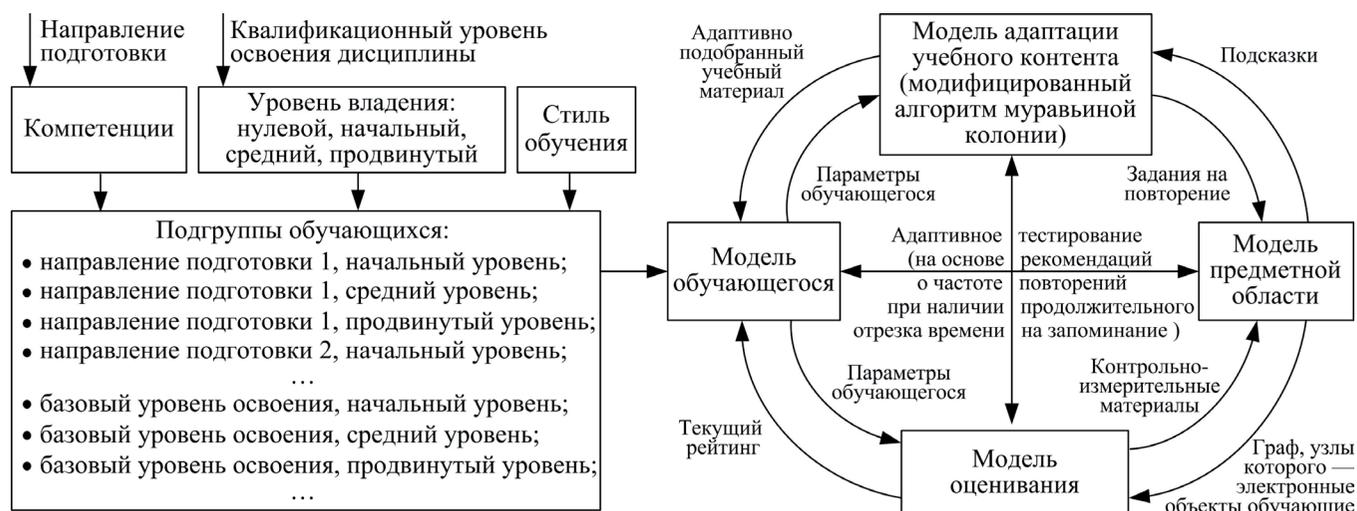


Рис. 1. Структурная схема взаимодействия базовых компонентов решения задачи построения индивидуальной образовательной траектории

Fig. 1. The structural scheme of interaction between the basic components of the solution to the problem of constructing an individual educational trajectory

области, модели обучающегося, модели адаптации и модели оценивания, которые являются базовыми компонентами любой интеллектуальной адаптивной системы обучения [2, 3]. Структурная схема взаимодействия указанных моделей показана на рисунке 1.

Модель предметной области представлена графом, узлы которого — это электронные обучающие объекты (небольшие фрагменты теории с примерами — веб-страница или файл, которые содержат несколько абзацев текста с рисунками и фрагментами кода (до 10 минут на ознакомление), задачи, тесты (до 10 вопросов), контрольные работы (до 5 задач)), сформированные на основе стратегии микрообучения и соответствующие различным квалификационным уровням освоения SQL (базовый (аналитик, маркетолог) или профессиональный (программист, разработчик баз данных)) и уровням владения SQL (начальный, средний, продвинутый).

Узлы графа связаны ребрами, для каждого из которых преподаватель указывает вес w_{ij} — число от 0 до 1, характеризующее важность предстоящего узла (задания) в данной теме. Важность типовых задач, тестов и контрольных работ имеет большие значения в сравнении со значениями важности других видов узлов (теория с примерами, сложные задачи), т. к. эти узлы в текущей теме должны быть пройдены в обязательном порядке, и только после этого будет разрешен переход к следующей теме.

Модель обучающегося («муравья» k) представлена следующим набором наиболее значимых при изучении учебной дисциплины параметров:

$$L_k = \langle C_k, U_k \rangle.$$

C_k — группа параметров, определяющих индивидуальные характеристики обучающегося, на основе которых он включается в соответствующую подгруппу:

$$C_k = \langle Q_k, V_k, St_k \rangle,$$

где:

Q_k — выбранный квалификационный уровень освоения дисциплины;

V_k — уровень владения дисциплиной (определяется по итогам предварительной контрольной работы);

St_k — стиль обучения;

U_k — группа параметров, характеризующих учебные достижения обучающегося:

$$U_k = \langle T_{ij,k}, A_{ij,k}, F_{ij,k}, H_{ij,k}, P_{ij,k}, CP_k, M_k, CT_k, RCT_k, S_{ij,k}, R_k \rangle,$$

где:

$T_{ij,k}$ — время, затрачиваемое на прохождение узлов графа;

$A_{ij,k}$ и $F_{ij,k}$ — количество успешных попыток (решение задач разными способами или повторное решение тестов и контрольных работ) и неуспешных попыток прохождения узлов, в которых предусмотрено оценивание, соответственно;

$H_{ij,k}$ — количество взятых подсказок;

$P_{ij,k}$ — количество попыток решения задания в данном узле;

CP_k — текущее положение обучающегося на графе;

M_k — память студента;

CT_k — список табу, т. е. уже решавшихся заданий;

RCT_k — перечень заданий на повторение;

$S_{ij,k}$ — оценки;

R_k — текущий рейтинг (суммарная оценка за курс).

Модель оценивания результатов обучения содержит набор различных контрольно-измерительных материалов, размещенных в узлах графа (предварительная контрольная работа, тесты, задачи типовые и повышенной сложности, итоговая контрольная работа).

Модель адаптации учебного контента содержит алгоритм построения ИОТ, основанный на алгоритме муравьиной колонии, модифицированном за счет разделения «муравьев» на группы в зависимости от выбранного направления подготовки, желаемого квалификационного уровня подготовки, а также подбора параметров и формул алгоритма таким образом, чтобы обеспечить высокую вероятность выбора тех заданий, основы решения которых были не полностью усвоены. Алгоритм построения ИОТ обеспечивает адаптивный подбор последовательности обучающих объектов из модели предметной области на основе данных из модели обучающегося и результатов прохождения курса, получаемых с помощью модели оценивания.

5. Модель адаптации учебного контента и модифицированный муравьиный алгоритм

При разработке модели адаптации учебного контента принимались во внимание следующие особенности поведения студента при выборе пути перемещения по графу обучающих объектов:

- студентов, которые в рамках анализа по муравьиному алгоритму выступают в роли «муравьев», можно разделить на группы в зависимости от желаемых результатов освоения курса (подобно тому, как в реальной колонии муравей выполняет определенную функцию — рабочий-строитель, солдат и т. п.). Для каждой группы студентов будут выстраиваться ИОТ различной сложности. Поэтому в качестве спецификатора муравьиной группы в модели предложено использовать желаемый квалификационный уровень освоения языка SQL или направление подготовки (специальность);
- студент k в нашей модели имеет M_k — «личную память», т. е. массив состояния, в котором сохраняются:
 - индивидуальная траектория $Tr_k(t)$ — последовательность узлов, пройденная студентом k к моменту времени t ;
 - T_k — время, затрачиваемое на прохождение узла j ;
 - количество узлов $L_k(t)$ графа и другие параметры;
- студент k обладает «зрением», которое представляет собой так называемую видимость (привлекательность) η_{ij} , характеризующую стремление посетить какой-либо из следующих доступных узлов графа. В качестве видимости предложено использовать информацию о траектории обучения наилучших студентов данной группы. Кроме того, «зрение» позволяет воспринимать подсказки — фразы, расширяющие границы понимания решаемой задачи, или указания по переходу к узлам, изучение которых позволит поработать не-

достающие знания и ускорить прохождение обязательных элементов курса;

- студент k имеет «обоняние», позволяющее определить ребро с наибольшим в данный момент времени значением «феромона» τ_{ij} , оставленным студентами данной подгруппы, решившими задание в данном узле.

Колония обучающихся имеет «общую память» — массив наилучших ИОТ студентов, завершивших курс обучения за время, не превышающее установленное для каждого квалификационного уровня освоения учебной дисциплины.

Следует отметить, что решения, основанные на кривой забывания Г. Эббингауза, в том числе метод интервальных повторений, при определении времени очередного повторения предусматривают большое количество повторений в первые дни после изучения новой темы [26]. Это в большей степени подходит для изучения иностранных языков, нежели для языка программирования, где требуется решать сложные задачи. В реальном курсе студенты, как правило, не выделяют время на решение задач по несколько раз в день и далеко не всегда занимаются ежедневно, к тому же частое решение однотипных задач не способствует углублению знаний. Курс «Базы данных», на примере которого рассматривается предложенный модифицированный алгоритм муравьиной колонии, может длиться от одного до трех семестров (от 50 до 200 аудиторных часов). За учебное занятие (два академических часа) обучающийся в зависимости от сложности изучаемой конструкции SQL обычно решает 5–15 задач, после чего продуктивность усвоения новой информации и решения задач заметно падает. Поэтому в нашей модели предложено на постоянной основе повторять только теоретические вопросы, предлагаемые студенту на каждом занятии при тестировании.

В соответствии с рекомендациями о частоте повторений при наличии продолжительного отрезка времени на запоминание [27] оптимальной считается следующая схема повторений:

- первое повторение — сразу же за первым прочтением информации (например, сразу после лекции);
- второе — примерно через полчаса после первого;
- третье — через сутки после второго;
- четвертое — спустя две-три недели после третьего;
- пятое — спустя два-три месяца после четвертого повторения.

Данная последовательность номеров повторений N и номеров дней повторений $T(N)$ использована для определения порядковых номеров дней, в которые обучающемуся предъявляется в тестах соответствующий теоретический вопрос для повторения.

Для повторения основ решения практических заданий при их забывании в данной работе предложено использовать описанную ниже модель адаптации учебного контента.

Приведем пошаговое описание модели адаптации учебного контента, основанной на использовании модифицированного алгоритма муравьиной колонии, на примере изучения SQL в курсе «Базы данных».

Шаг 1. Формирование набора параметров C_k модели обучающегося L_k .

1.1. **Выбор группы студентов, соотношенной с конкретным направлением (специальностью) с четко определенным перечнем компетенций**, например, направлением подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». Если речь идет об индивидуальном обучении, то указывается желаемый квалификационный уровень Q_k освоения языка SQL, выбираемый обучающимся:

- базовый уровень (аналитик, маркетолог, инженер) — подмножество операторов Data Manipulation Language языка SQL, основные операции над данными;
- профессиональный уровень (программист, разработчик баз данных, администратор баз данных) — подмножества операторов Data Manipulation Language, Data Definition Language, Data Control Language, Transaction Control Language, работа с объектами серверного компонента базы данных, обобщенные табличные выражения, оконные функции и т. д.

1.2. **Оценка уровня владения V_k языком SQL:** начальный, средний, продвинутый. Этот параметр указывается студентом и подтверждается результатами предварительной контрольной работы. Баллы за нее используются для отнесения обучающегося к соответствующей подгруппе.

1.3. **Определение на основе модели VARK стиля обучения St_k** (влияет на выбор способа представления обучающемуся теоретического материала с примерами [28], при этом у студента сохраняется возможность выбора способа представления (в виде текста, схем и таблиц или видео) в ходе изучения курса).

Шаг 2. Включение студента в соответствующую подгруппу и предложение ему траектории, выстраиваемой другими студентами для данного набора $C_k = \langle Q_k, V_k, St_k \rangle$.

Шаг 3. Инициализация набора входных параметров модифицированного алгоритма муравьиной колонии:

- множество обучающихся $S = \{s_k\}$, где k — номер обучающегося, $k = \overline{1, K}$;
- граф, структура которого аналогична структуре графа модели предметной области, содержащий значения «феромонов» τ_{ij} для каждой подгруппы студентов на ребрах между узлами;
- граф, структура которого аналогична структуре графа модели предметной области, со-

держащий значения «видимостей» узлов η_{ij} для каждой подгруппы обучающихся.

Шаг 4. Работа алгоритма муравьиной колонии (рис. 2).

Производится инициализация начального положения студента («муравья») k , который помещается в узел i с обучающим материалом (для каждой подгруппы узел i свой).

Инициализируется список доступных узлов $J_{i,k}$, которые студент k может посетить, перейдя из узла i . В список $J_{i,k}$ предложено помещать узлы как непосредственно связанные ребрами с узлом i , так и узлы из перечня на повторение RCT_k . Модель обучающегося содержит параметр CT_k — список табу, хранящий перечень уже решавшихся заданий, которые алгоритм предлагает студенту не должен. Из списка CT_k отбираются задания, при работе над которыми обучающийся k сделал более десяти неверных попыток $P_{ij,k}$ решения, и учитываются ошибки при выполнении тестов и контрольных работ, на основе чего подбираются задания из предшествующих тем для формирования перечня RCT_k . Каждое задание графа имеет связанное с ним задание из предшествующей темы либо, если предшествующей темы нет, сходное более простое задание. Без решения задач на повторение переход к рубежным тесту и контрольной работе в текущей теме невозможен.

В качестве начального малого ненулевого количества «феромона» $\tau_{ij,k0}$ на каждом ребре используется значение важности каждого ребра, установленное преподавателем для графа модели предметной области.

Шаг 5. Функционирование канала стигмергии, причем для каждого студента k определяется вероятность перехода $P_{ij,k}(t)$ из узла i в каждый узел j , принадлежащий списку $J_{i,k}$:

$$P_{ij,k}(t) = \begin{cases} \frac{\tau_{ij,k}^\alpha(t) \eta_{ij,k}^\beta(t)}{\sum_{l \in J_{i,k}} \tau_{il,k}^\alpha(t) \eta_{il,k}^\beta(t)}, & \forall j \in J_{i,k}; \\ 0, & \forall j \notin J_{i,k}, \end{cases}$$

где:

α и β — параметры, которые регулируют относительную важность «феромонного» следа в отношении видимости узла и определяются эвристически. В данном исследовании приняты $\alpha = 1$ и $\beta = 3$;

$\eta_{ij,k}(t)$ — видимость, которую предложено определять по формуле:

$$\eta_{ij,k}(t) = \frac{\sum_{b=1}^B S_{ij,b}}{\sum_{b=1}^B T_{ij,b}}$$

где:

$S_{ij,b}$ — сумма всех оценок, полученных за прохождение данного узла j студентом b , отнесенным к числу наилучших¹ для данной подгруппы, $b = \overline{1, B}$;

¹ Наилучшими считаются 20 % студентов из списка всех обучающихся, отсортированного по убыванию успеваемости.

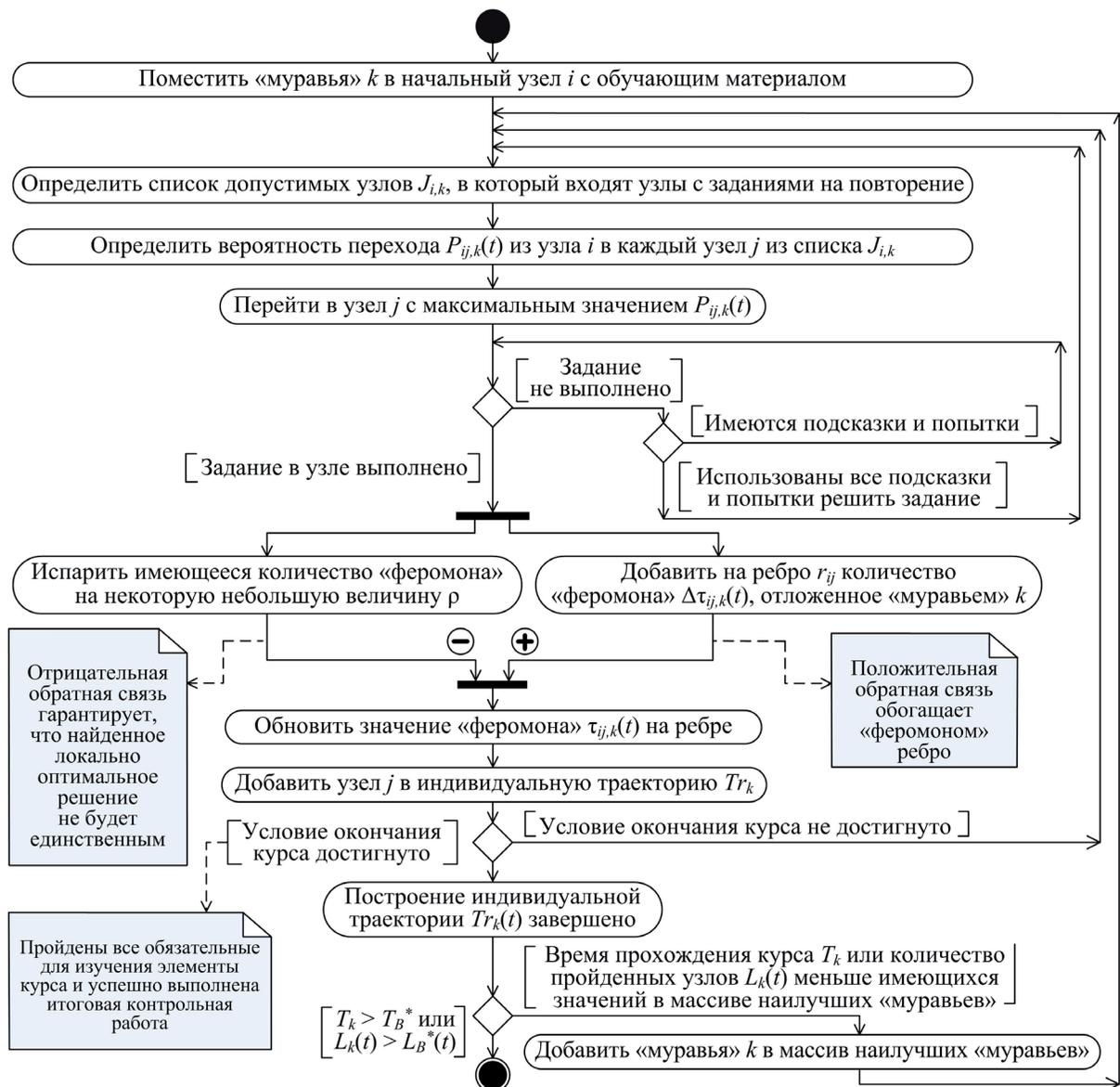


Рис. 2. Модификация муравьиного алгоритма для построения индивидуальной образовательной траектории
 Fig. 2. The modification of the ant colony optimization algorithm for constructing individual educational trajectory

$T_{ij,b}$ — суммарное время, затраченное на прохождение данного узла студентом b , отнесенным к числу наилучших для данной подгруппы, $b = \overline{1, B}$.

Шаг 6. Переход студента k в узел j с максимальным значением $P_{ij,k}(t)$ и выполнение задания в узле j .

Шаг 7. Если задание в узле j выполнено, обновляется значение «феромона» на ребре r_{ij} , соединяющем узлы i и j , в соответствии с выражением:

$$\tau_{ij,k}(t+1) = \tau_{ij,k}(t)(1-\rho) + \Delta\tau_{ij,k}(t), \forall i, j \in J_{i,k},$$

где:

ρ — величина, на которую «испаряется» имеющееся на ребре значение «феромона» ($0 < \rho \leq 1$). В данной работе предполагается, что «испарение» происходит ежедневно на протяжении курса на величину $\rho = 0,001$.

$\Delta\tau_{ij,k}(t)$ — количество «феромона», откладываемое при выполнении задания в узле j :

$$\Delta\tau_{ij,k}(t) = \begin{cases} \frac{S_{ij,k}A_{ij,k}}{S_{ijmax}T_{ij,k}} - \frac{H_{ij,k}/H_{ij}}{ZF_{ij,k}} + w_{ij,p}, & \text{если задание решено;} \\ 0, & \text{если задание не решено,} \end{cases}$$

где:

$S_{ij,k}$ — оценка за решение задания в узле j студентом k ;

S_{ijmax} — максимально возможная оценка за решение задания в узле j ;

$A_{ij,k}$ — количество успешных попыток решения задачи другим способом;

$T_{ij,k}$ — время, затраченное на решение задания в узле j студентом k ;

$H_{ij,k}$ — количество подсказок, взятых студентом k в узле j . Подсказки, как правило, содержат указа-

ние на основные изученные темы, необходимые для решения данного задания, либо краткое описание принципа решения задания, но не сам ответ [29];

H_{ij} — общее количество подсказок в узле j ;

Z — количество заданий, обязательных для решения в данной теме;

$F_{ij,k}$ — количество неуспешных попыток решить задание в узле j ;

$w_{ij,p}$ — расчетный вес задания в узле j .

Для повышения вероятности выбора алгоритмом заданий из списка на повторение RCT_k предложено расчетный вес задания вычислять по формуле:

$$w_{ij,p} = \begin{cases} 0,8 \text{ IF } R_{ij,k} > 10 \text{ OR } H_{ij,k} > H_{ij} \forall j \in RCT_k; \\ ELSE w_{ij}, \end{cases}$$

где:

$R_{ij,k}$ — количество попыток решения задания в данном узле;

w_{ij} — вес, назначаемый преподавателем.

Засчитывается только положительное решение задачи или успешное прохождение теста. Отрицательный результат не учитывается (т. е. не используется «феромон» неудачи), т. к. такой подход означает необходимость возврата на предыдущие узлы, что фактически бесполезно при изучении совершенно новой темы со слабыми связями с предыдущими темами. Если задача не решена, то студент может воспользоваться подсказкой, но это будет уменьшать оставленное количество «феромона». Если использовано максимальное количество подсказок или попыток решения задачи в текущем узле, то обучающийся перенаправляется на решение заданий на повторение из списка RCT_k .

Шаг 8. В «память» M_k студента добавляются пройденный узел j в индивидуальной траектории $Tr_k(t)$ и время $T_{j,k}$, затрачиваемое на прохождение узла j графа.

Шаг 9. Если выполнено условие окончания курса (в каждой теме пройдены все обязательные для изучения типовые задачи, тесты и контрольные работы), то построение ИОТ завершается и выполняется переход к шагу 10. В противном случае происходит возврат к шагу 5.

Шаг 10. Проверка пройденного количества узлов $L_k(t)$ и времени T_k , затраченного на прохождение курса, в индивидуальной траектории $Tr_k(t)$ для студента k на соответствие лучшему решению по сравнению с массивом соответствующих значений для наилучших $L_B^*(t)$ и $T_B^*(t)$. В случае, если $L_k(t)$ и T_k лучше, т. е. меньше, чем $L_B^*(t)$ и $T_B^*(t)$, то необходимо обновить массив $L_k^*(t)$ и $Tr_k^*(t)$.

6. Результаты использования модифицированного муравьиного алгоритма

Апробация предложенных подходов к обучению языку SQL была выполнена в Белорусско-Российском университете в рамках курса «Базы данных»

длительностью один год для студентов направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». В экспериментальной группе (17 человек) обучение велось с использованием модели обучения с предложенной модификацией муравьиного алгоритма, а в контрольной группе (19 человек) — без его использования. После предварительного тестирования все студенты были отнесены к начальному уровню.

Для оценки уровня сформированности компетенций использовался заключительный тест, оценивающий уровень подготовленности студентов по компетенциям, которые формируются в результате освоения курса «Базы данных»¹. Результаты теста были обработаны с помощью дихотомической однопараметрической модели Раша [30, 31]. Пригодность теста удостоверена рабочей программой дисциплины, а также утвержденным фондом оценочных средств. Трудность каждого тестового задания определялась отдельно для каждой компетенции [30]. Тестовые задания в наборе из 25 задач имели сопоставимую дифференцирующую способность (коэффициент дискриминации превышал 0,5) и были проверены на пригодность для принятой модели с помощью Infit MEANSQ статистики (значения статистик превышали 0,5) [32]. Полученные оценки уровня подготовленности обучающихся путем линейных преобразований были переведены в столбальную шкалу и в соответствии с принятой в рабочей программе шкалой сопоставлены с оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

Для оценки эффективности применения предложенных подходов к изучению SQL в рамках курса «Базы данных» было проведено сравнение полученных по итогам тестирования оценок уровня подготовленности студентов в контрольной и экспериментальной группах с помощью критерия Манна—Уитни (англ. Mann—Whitney U test) [33]. В качестве основной была принята гипотеза « $H_0 = \{\text{уровень подготовленности в обеих группах одинаков}\}$ », а альтернативной — « $H_1 = \{\text{уровень подготовленности в экспериментальной группе выше}\}$ ». По результатам обработки получено критическое значение критерия Манна—Уитни $U_{кр} = 99$, эмпирическое значение $U_{эмп} = 79$. Так как $U_{кр} > U_{эмп}$, то с вероятностью 0,95 можно утверждать, что в экспериментальной группе уровень подготовленности обучающихся выше.

¹ В частности, ОПК-2 («Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности») и ОПК-8 («Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения»). Подробнее см.: Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 года № 929 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090301_B_3_15062021.pdf

7. Заключение

Разработанная модификация муравьиного алгоритма позволяет повысить эффективность формирования компетенций при изучении различных дисциплин информатики, в первую очередь характеризующихся значительной продолжительностью и состоящих из слабо связанных между собой модулей, например, при изучении курса «Базы данных», посредством построения ИОТ на основе модели адаптации учебных материалов. Указанная модель имеет следующие отличительные особенности:

- предложено понятие спецификатора группы студентов, в качестве которого можно использовать направление подготовки (специальность) или желаемый квалификационный уровень освоения учебной дисциплины (например, для языка SQL в курсе «Базы данных» — базовый или профессиональный). Данное понятие позволяет предлагать особый набор учебных материалов для каждой группы и подгруппы (начального, среднего, продвинутого уровня), учитывающий требования конкретных профессиональных компетенций;
- организовано обязательное прохождение заданий на повторение в случае выявления пробелов в знаниях по итогам тестирования и выполнения контрольных работ, что обеспечивает более устойчивое формирование компетенций;
- для повторения изученных теоретических вопросов при прохождении тестов предложено использовать рекомендации о частоте повторений в случае наличия продолжительного отрезка времени на запоминание, что позволяет за счет частого повторения сложных в усвоении понятий сформировать прочную теоретическую базу;
- для повторения основ решения практических задач предложено из списка табу, содержащего перечень заданий, которые обучающийся пытался решать, отбирать задачи, при работе над которыми студент сделал более десяти неверных попыток, а также ошибки при выполнении тестов и контрольных работ. На этой основе подбираются сходные задачи из предшествующих тем для формирования перечня задач на повторение. Данное решение обеспечивает повторение только тех заданий, подходы к решению которых были фактически забыты или не полностью усвоены.

Основные параметры модифицированного алгоритма предложено рассчитывать следующим образом:

- «видимость» очередного узла определяется с учетом информации о траектории наилучших в данной подгруппе обучающихся, что позволяет сократить объем работ по разведыванию наилучшей ИОТ;
- количество «феромона», «оставленное» студентом при успешном решении задачи, рассчиты-

вается с учетом индивидуальных характеристик решения задачи, в первую очередь таких, как количество взятых подсказок и расчетный вес задания в узле. При превышении допустимого количества взятых подсказок или попыток решения формула для вычисления этого веса обеспечивает высокую вероятность того, что алгоритм перенаправит обучающегося к решению задач на повторение, а значит, гарантирует формирование более прочных знаний.

Список источников / References

1. Machado M. d. O. C., Bravo N. F. S., Martins A. F., Bernardino H. S., Barrere E., De Souza J. F. Metaheuristic-based adaptive curriculum sequencing approaches: A systematic review and mapping of the literature. *Artificial Intelligence Review*. 2020;54:711–754. DOI: 10.1007/s10462-020-09864-z.
2. Шершнева В. А., Вайнштейн Ю. В., Кочеткова Т. О. Адаптивная система обучения в электронной среде. *Программные системы: теория и приложения*. 2018;9(4):159–177. EDN: DNBANN. DOI: 10.25209/2079-3316-2018-9-4-3-159-177.
- [Shershneva V. A., Vainshtein Yu. V., Kochetkova T. O. Adaptive system of web-based teaching. *Program Systems: Theory and Applications*. 2018;9(4):159–177. (In Russian.) EDN: DNBANN. DOI: 10.25209/2079-3316-2018-9-4-3-159-177.]
3. Медведева С. Н. Проектирование информационных технологий обучения в профессиональной математической подготовке в инженерном образовании. Казань: Редакционно-издательский центр «Школа»; 2014. 261 с. EDN: WLJFDT.
- [Medvedeva S. N. Designing information technology of training in vocational mathematical training in engineering education. Kazan, Editorial and publishing center "Shkola"; 2014. 261 p. (In Russian.) EDN: WLJFDT.]
4. Титовская Н. В., Титовский С. Н. Методика обучения будущих IT-специалистов проектированию и разработке баз данных на основе интерактивного подхода. *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева (Вестник КГПУ)*. 2019;(4(50)):75–87. EDN: CQHLYF. DOI: 10.25146/1995-0861-2019-50-4-164.
- [Titovskaya N. V., Titovsky S. N. Technique of teaching design and development of databases to future information technology experts. *Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University Named After V. P. Astafyev (Bulletin KSPU)*. 2019;(4(50)):75–87. (In Russian.) EDN: CQHLYF. DOI: 10.25146/1995-0861-2019-50-4-164.]
5. Rastegarmoghadam M., Ziarati K. Improved modeling of intelligent tutoring systems using ant colony optimization. *Educational Information Technologies*. 2016;22:1067–1087. DOI: 10.1007/s10639-016-9472-2.
6. Menai M., Alhunitah H., Al-Salman H. Swarm intelligence to solve the curriculum sequencing problem. *Computer Applications in Engineering Education*. 2018;26(5):1393–1404. DOI: 10.1002/cae.22046.
7. Bobryakov A. V., Borisov V. V., Yanukovich S. P., Zakharchenkov K. V. A method for managing engineers training processes using swarm intelligence algorithms. *Proc. 5th Int. Conf. on Information Technologies in Engineering Education (Inforino 2020)*. New Jersey, USA, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2020:1–5. EDN: FSUSCL. DOI: 10.1109/Inforino48376.2020.9111788.
8. Dharshini A. P., Chandrakumarmangalam S., Arthi G. Ant colony optimization for competency based learning objects sequencing in e-learning. *Applied Mathematics and Computation*. 2015;263:332–341. DOI: 10.1016/j.amc.2015.04.067.

Vestnik Chelyabinskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta. 2017;(6):108–116. (In Russian.) EDN: ZHZYML.]

29. *Валуева Е. А., Лаптева Е. М.* Феномен подсказки при решении задач: взгляд со стороны психологии творчества. Часть 2. Эффекты подсказки в решении сложных когнитивных задач. *Психология. Журнал Высшей школы экономики*. 2012;9(3):140–162. EDN: QYXAMT.

[*Valuyeva E. A., Lapteva E. M.* The phenomenon of hint in problem solving: A creativity psychology point of view. Part 2. Hint effects in complex cognitive tasks. *Psychology. Journal of Higher School of Economics*. 2012;9(3):140–162. (In Russian.) EDN: QYXAMT.]

30. *Соколова Т. Н., Гусятников В. Н., Безруков А. И., Каюкова И. В.* Методика оценки набора компетенций на основе результатов тестирования. *Фундаментальные исследования*. 2020;(12):209–215. EDN: IHYEON. DOI: 10.17513/fr.42935.

[*Sokolova T. N., Gusyatinikov V. N., Bezrukov A. I., Kayukova I. V.* Methodology for assessing a set of competencies based on testing results. *Fundamental'nyye Issledovaniya*. 2020;(12):209–215. (In Russian.) EDN: IHYEON. DOI: 10.17513/fr.42935.]

31. *Маслак А. А.* Теория и практика измерения латентных переменных в образовании. М.: Юрайт; 2020. 255 с. EDN: RQBLAY.

[*Maslak A. A.* Theory and practice of measuring latent variables in education. Moscow, Yurayt; 2020. 255 p. (In Russian.) EDN: RQBLAY.]

32. *Родионов А. В., Братищенко В. В.* Применение IRT-моделей для анализа результатов обучения в рамках компетентностного подхода. *Современные проблемы науки и образования*. 2014;(4):1–11. EDN: STRMVH.

[*Rodionov A. V., Bratischenko V. V.* Application IRT-model for the analysis training results within the competence approach. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2014;(4):1–11. (In Russian.) EDN: STRMVH.]

33. *Кондрашова Е. В.* Применение методов математической статистики при проведении педагогического эксперимента. *Современные наукоемкие технологии*. 2021;(2):162–169. EDN: MOXZVO. DOI: 10.17513/snt.38512.

[*Kondrashova E. V.* Application of mathematical statistics methods in a pedagogical experiment. *Sovremennyye*

Naukoyemkiye Tekhnologii. 2021;(2):162–169. (In Russian.) EDN: MOXZVO. DOI: 10.17513/snt.38512.]

Информация об авторах

Захарченков Константин Васильевич, канд. тех. наук, доцент кафедры «Программное обеспечение информационных технологий», электротехнический факультет, Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8185-3010>; *e-mail*: zaharchenkovkv@mail.ru

Мрочек Татьяна Владимировна, канд. тех. наук, доцент кафедры «Программное обеспечение информационных технологий», электротехнический факультет, Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4402-6259>; *e-mail*: mrovlad@mail.ru

Кутузов Виктор Владимирович, канд. тех. наук, доцент, зав. кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий», электротехнический факультет, Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4767-6003>; *e-mail*: kutuzov.bru@yandex.ru

Information about the authors

Konstantin V. Zakharchenkov, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Department of “Information Technologies Software”, Faculty of Electrical Engineering, Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8185-3010>; *e-mail*: zaharchenkovkv@mail.ru

Tatiana V. Mrochek, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Department of “Information Technologies Software”, Faculty of Electrical Engineering, Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4402-6259>; *e-mail*: mrovlad@mail.ru

Victor V. Kutuzov, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Head of the Department of “Information Technologies Software”, Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4767-6003>; *e-mail*: kutuzov.bru@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received: 29.04.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 20.05.24.

Принята к печати / Accepted: 21.05.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-66-75

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОГРАММЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Ю. В. Дианова¹ ✉, И. Д. Столбова¹

¹ Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

✉ julok1@mail.ru

Аннотация

Цифровизация образования играет важную роль в реализации программ подготовки высококвалифицированных кадров для цифровой экономики. Проект «Цифровые кафедры», реализуемый с 2022 года на стыке дополнительного образования и информационных технологий в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», создает уникальный образовательный формат, не только меняющий организационные формы обучения, но и позволяющий использовать цифровые технологии как средство развития профессиональных компетенций обучающихся.

В статье приведены данные о первых результатах реализации программы дополнительного профессионального образования «Информационные технологии в дизайне», действующей на «цифровой кафедре» Пермского национального исследовательского политехнического университета и нацеленной на подготовку специалистов в сфере промышленного дизайна. Рассмотренные в статье цифровые технологии выступают не только как инструменты в операционной деятельности промышленного дизайнера, но и как средства для профессионального развития специальных навыков дизайн-мышления. Авторские методики обучения представляют практическую ценность для достижения эффекта «креативизации» проектных решений, разрабатываемых участниками программы. Доказано, что в таком контексте цифровые технологии способствуют формированию у обучающихся умений к осуществлению креативных действий, несущих художественно-эстетическую и экономическую ценность.

Представленные результаты могут иметь практический интерес для руководителей направлений в сфере вузовского дизайн-образования, для педагогов — исследователей проблем цифровой трансформации инженерно-графического образования, а также методистов и педагогов-практиков, осуществляющих обучение по программам высшего и дополнительного профессионального образования в ИТ-сфере.

Ключевые слова: цифровизация образования, цифровые технологии, промышленный дизайн, компьютерная графика, трехмерное моделирование, виртуальная реальность, креативное действие.

Для цитирования:

Дианова Ю. В., Столбова И. Д. Цифровые технологии в программе дополнительного профессионального образования как средство развития профессиональных компетенций студентов политехнического вуза. *Информатика и образование*. 2024;39(3):66–75. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-66-75.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION CURRICULA AS A MEAN FOR DEVELOPING PROFESSIONAL COMPETENCIES IN POLYTECHNIC UNIVERSITY STUDENTS

Yu. V. Dianova¹ ✉, I. D. Stolbova¹

¹ Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

✉ julok1@mail.ru

Abstract

Digitalization of education plays an important role in the implementation of programs to train highly qualified personnel for the digital economy. The project “Digital departments”, implemented since 2022 at the intersection of additional education and information

© Дианова Ю. В., Столбова И. Д., 2024

technologies within the framework of the national program “Digital economy of the Russian Federation”, creates a unique educational format, not only changing the organizational forms of training but also allowing the use of digital technologies as means of developing the vocational competencies of students.

The article presents data on the first implementation results of the additional professional education program “Information technologies in design” at the “digital department” of Perm National Research Polytechnic University and aimed at training specialists in the field of industrial design. The digital technologies considered in the article act not only as tools in the operational activity of an industrial designer but also as means for the vocational development of special design thinking skills. The author’s teaching methods are of practical value for achieving the effect of “creativization” of design solutions developed by the program participants. It is proved that in such context, digital technologies contribute to the formation of students’ skills of creative actions carrying artistic, aesthetic, and economic value.

The presented results may be of practical interest to heads of university design education, to teachers — researchers of the problems of digital transformation of engineering and graphic education, as well as methodologists and teachers-practitioners who provide training in the programs of higher and additional vocational education in the IT sphere.

Keywords: digitalization of education, digital technologies, industrial design, computer graphics, 3D modeling, virtual reality, creative action.

For citation:

Dianova Yu. V., Stolbova I. D. Digital technologies in additional professional education curricula as a mean for developing professional competencies in polytechnic university students. *Informatics and Education*. 2024;39(3):66–75. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-66-75.

1. Введение

Промышленный дизайн за сравнительно короткое время стал перспективным направлением подготовки обучающихся в российских образовательных организациях благодаря ускоренным темпам информатизации образовательного процесса, а затем и внедрению проектных идей в рамках цифровой трансформации образования. Поддержим точку зрения исследователей о том, что массовое применение современных гаджетов обусловило и высокие темпы развития цифровой образовательной среды [1]. Логика развития российского промышленного дизайна признается наиболее верным примером того, как дизайн «четвертой волны» совершает скачок от материального машинного производства к автоматизированному компьютерному, «от материального конечного продукта к несубстанциональному, виртуальному» [2]. Профессионалы утверждают, что уже сегодня можно констатировать факт обретения российским промышленным дизайном специфичных, уникальных черт [3]. При этом многие из них формируются в ответ на вызовы геополитического характера. Так, для российских университетов на некоторое время довольно серьезной проблемой стала ограниченность программного обеспечения: юридическим лицам (российским пользователям) стали недоступны такие программы, как Figma, Canva, весь пакет программ Adobe, ряд программ для 3D-моделирования (AutoCAD и 3ds MAX) [4]. Однако данное обстоятельство обусловило ускоренный переход на отечественное программное обеспечение, позволило сконцентрировать внимание участников образовательного процесса к практикам в области промышленного дизайна.

В 2021 году Минтруд России утвердил новый профессиональный стандарт «Промышленный дизайнер», в котором основной целью данного вида профессиональной деятельности было определено «формообразование промышленно изготавливаемой продукции (изделия) с учетом производственных и маркетинговых технологий, конструирования, материаловедения, структурных и функциональных характеристик,

а также эргономических требований»¹. Отметим, что в формулировках стандарта отчетливо виден акцент на инженерно-технический профиль. Благодаря этому в ведущих политехнических вузах РФ появились дополнительные возможности для открытия образовательных площадок по направлению «Промышленный дизайн» с использованием современных информационных технологий и цифровых ресурсов.

Цель статьи — на примере одной из программ профессиональной переподготовки, действующей на «цифровой кафедре» Пермского национального исследовательского политехнического университета, показать, как цифровизация высшего образования не только меняет организацию обучения, но и позволяет использовать цифровые инструменты и методы в качестве средства развития профессиональных компетенций, специальных навыков и уникальных умений.

2. Программа профессиональной переподготовки «Информационные технологии в дизайне»: структура, цели и методологические подходы

Начиная с 2022 года Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ) является участником проекта «Цифровые кафедры»², который разворачивается на платформе Университета Иннополис³. Проектно-образова-

¹ Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 октября 2021 года № 721н «Об утверждении профессионального стандарта “Промышленный дизайнер”». <https://docs.cntd.ru/document/726730435>

² Участники программы «Приоритет 2030» запускают новый масштабный проект «Цифровые кафедры». *Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Новости*. 20.04.2022. <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-podvedomstvennykh-uchrezhdeniy/50232/>; Программы профессиональной переподготовки на «цифровой кафедре» пермского политеха. *Пермский Политех*. <https://pstu.ru/activity/educational/addition/students/>

³ 700 студентов Пермского Политеха учатся на цифровых кафедрах. *Пермский Политех. Новости*. 10.10.2022. <https://pstu.ru/news/2022/10/10/13255/>



Рис. 1. Содержание программы «Информационные технологии в дизайне»

Fig. 1. The content of the “Information technologies in design” program

тельный центр «Прикладные технологии дизайна и проектирования» вместе с аэрокосмическим факультетом ПНИПУ реализует программу профессиональной переподготовки «Информационные технологии в дизайне» с присвоением квалификации «Промышленный дизайнер». Участниками программы становятся студенты политехнического вуза различных направлений подготовки, получающие дизайн-образование в дополнение к основному. Уровень подготовки у них не одинаков: возможно наличие как художественного образования, так и любительских навыков и даже полное отсутствие профильной подготовки. Работа в рамках программы предполагает сочетание очной и дистанционной форм проведения занятий, предусматривает возможность обучения в удобное для студента время и позволяет использовать специальную технику и материалы как для самостоятельной работы, так и для выполнения заданий текущего и промежуточного контроля.

В качестве целевых профессиональных компетенций обучающихся, согласно матрице цифровых компетенций, разработанной в Университете Иннополис [5], определены следующие:

- применение технологий виртуальной и дополненной реальностей;
- владение 3D-моделированием;
- владение специальными техническими программами компьютерного проектирования (CAD/CAM).

Содержательная часть программы профессиональной переподготовки «Информационные технологии в дизайне» состоит из четырех учебных модулей (M1—M4) и практики (стажировки). Процентная доля каждого модуля определена исходя из общего количества часов всей программы. Последовательность их изложения представлена на рисунке 1.

Охарактеризуем основные методологические подходы, заложенные в программе:

1. Совмещение теории и современных прикладных практик при использовании подхода к дизайну как смысловой культуротворческой деятельности с возможностью реализации идей в современных цифровых форматах.

2. Совмещение параллельного и последовательного формата изучения (компьютерная графика и моделирование, моделирование и прототипирование), что дает возможность обращения к разработанному элементу (модели) в разных модулях, разными средствами.
3. Выстраивание и внедрение цифровой образовательной среды на основе системы управления обучением Moodle.
4. Формирование цифровых компетенций в каждом модуле.
5. Использование проектного метода работы для формирования важных soft skills.
6. Взаимодействие с промышленными партнерами: студент ориентируется на уровень и требования потенциального работодателя.
7. Результат стажировки — сертифицирование пользователя программ для моделирования и проектирования.
8. Применение отечественных программных продуктов (система автоматизированного проектирования (САПР)).
9. Привлечение регионального культурного контекста.

3. Учебные модули: содержание и результаты

Продemonстрируем комплекс методических и содержательных приемов программы профессиональной переподготовки «Информационные технологии в дизайне», а также практические результаты, полученные обучающимися в ходе освоения программы, на примере ряда модулей.

3.1. Модуль «Введение в профессиональную деятельность»

Обучение начинается с погружения обучающихся в профессиональную сферу дизайна. На вебинарах разбираются ключевые положения профессионального стандарта «Промышленный дизайнер», обсуждаются вопросы по стандартизации и сертификации дизайнерских решений. Представляется важным по-



Рис. 2. Дизайн транспорта и транспортной карты в Перми
Fig. 2. Design of transport and transport pass in Perm

будить слушателей к анализу уже имеющихся у них компетенций и примерке на себя трудовых функций (действий) промышленного дизайнера.

Важность изучения данного модуля задается акцентной направленностью иллюстративного материала, соответствующего пермской тематике. Обращение к феномену пермской геокультуры¹, ярко раскрывшемуся в период Пермской культурной революции², демонстрирует множество примеров реализации креативных проектов в сфере дизайна среды (графический дизайн, ландшафтный дизайн, геобрендинг) [6, 7]. При этом анализ дизайн-продуктов из наследия Пермской культурной революции в настоящее время позволяет глубже погрузиться в смыслы, значения и жизнеспособность авторских проектов. Характерным примером является пермский медведь — признанный символ города (медведь изображен на гербе Пермского края и города Перми). На примере этого образа, закрепленного в городской скульптуре «Легенда о пермском медведе»³, можно проследить его трансформацию и возникающие в настоящее время городские бренды, в том числе в дизайне транспортной системы (рис. 2).

Интеграция традиционных сюжетов и образов в оформление транспортной системы создает уникальный образ города, участвует в дизайн-коде городского пространства. Подобные ходы можно использовать в качестве учебных практических заданий: создавать авторские варианты решений с обоснованным применением исторического контента и использованием современных технологий для выполнения и презентации дизайнерского продукта.

¹ Феномен пермской геокультуры — это сложившаяся на территории Пермского края система устойчивых культурных реалий и представлений, динамично развивающаяся в результате сосуществования, переплетения, взаимодействия, столкновения различных культурных традиций и норм, ценностных установок, образов восприятия и функционирования картин мира.

² Пермская культурная революция — культурный проект, реализовывавшийся в Пермском крае в 2008–2012 годах.

³ «Легенда о пермском медведе» — скульптура, изображающая идущего медведя. Установлена в 2009 году в центральной части Перми. Автор памятника — Владимир Павленко.

Творческое задание, предусмотренное в начале обучения, создает мотивацию для работы и гарантирует уникальный авторский результат.

В качестве инструмента работы были выбраны нейросети, генерирующие изображения. В мировых практиках дизайна активно исследуются формы привлечения искусственного интеллекта к генерированию новых идей в проектной работе [8]. В программе профессиональной переподготовки промышленных дизайнеров в ПНИПУ используется, в частности, нейросеть Kandinsky⁴. Данная технология позволяет создавать изображения в разных стилях, а также обладает функцией разработки видео.

Пример задания модуля М1.

На основе ресурсов искусственной нейронной сети разработать художественное оформление пластиковой карты (проездного) для транспортной системы Перми. В качестве источника рекомендуется использовать словесные описания геокультурных образов Перми и пермского региона с уточняющими характеристиками.

Представим результаты разработки дизайна транспортной карты Перми с генерацией изображений и их постобработкой для нанесения текстовых надписей. В качестве основы был использован уникальный персонаж «человеколось» — легендарный мифический образ, характерный сюжет древнего пермского искусства художественного литья (V—XIV веков) [9, 10]. Однако стоит заметить, что привычная для археологии и искусствоведения формулировка «человеколось» является неудобной для запроса искусственному интеллекту. Тематического результата генерации изображения при такой текстовой форме получить не удалось из-за несоответствия запроса правилам его оформления. Смена формулировки на близкую по смыслу: «человек как лось», «человек в лосиной маске», «лось в образе человека» — помогла получить результаты. А чтобы эти

⁴ Kandinsky — нейросеть Сбера для генерации изображений, анимации и видео по текстовым запросам пользователя. Подробнее см.: <https://www.sberbank.com/promo/kandinsky/>



Рис. 3. Примеры выполненного студентами задания

Fig. 3. Examples of the task completed by students

результаты имели отношение к Перми и транспорту Перми, в текстовый запрос были добавлены дополнительные параметры: «красный» (цветовой символ Пермского края), «колесо» или «автобус», «дорога» (движение). Из возможных стилей, предложенных меню нейросети, были выбраны: аниме, детальное фото, рисунок карандашом, Пикассо (рис. 3).

Отметим, что общедоступность и простота использования технологии нейросети обеспечивают быстрый и эффектный результат, а также вовлеченность студентов в процесс обучения с самого первого модуля. Современность, востребованность и повсеместное наглядное демонстрирование изображений, созданных искусственным интеллектом, с одной стороны, открывают пространство для генерации креативных решений, с другой — ставят вопросы о соблюдении авторского права и правах на использование полученных объектов. Таким образом, применение нейросетей именно во вводной части программы обучения «Информационные технологии в дизайне» знакомит обучающихся с проблемами ответственности в деятельности дизайнера и гарантий соблюдения прав интеллектуальной собственности пользователя.

3.2. Модуль

«Основы моделирования и прототипирования объектов промышленного дизайна»

Данный модуль представляет фундаментальную основу всего курса, на него приходится значительная доля нагрузки по программе «Информационные технологии в дизайне». Часть цифровых компетенций, составленных на основе матрицы (модели) цифровых компетенций Университета Иннополис, направлена на формирование именно навыков работы по 3D-моделированию и применению специальных технических программ компьютерного проектирования (CAD/CAM). Подбор САПР для внедрения в образовательный процесс осуществлялся в соответствии со следующими положениями — программное обеспечение должно:

- представлять собой отечественную разработку;
- использоваться на реальном производстве в регионе;
- входить в структуру системной инженерии;
- иметь варианты учебных (пробных) версий для самостоятельной работы;
- применяться для различных форм дизайн-проектирования.

На основании заявленных характеристик были выбраны программные продукты КОМПАС-3D¹ и T-FLEX CAD².

Использование САПР для моделирования объектов предметно-пространственной среды и визуализации проектных решений позволяет расширить базовые компетенции студента технического вуза [11]. Навыки работы в САПР могут ретранслироваться и совершенствоваться в специальных 3D-редакторах при дальнейшей профилизации работы в направлении дизайна и творческого моделирования. Подобная тенденция в целом характеризует современные процессы эволюционирования дизайна в России как преимущественно прикладной технической деятельности [12].

Представим примеры работ, выполненных студентами в T-FLEX CAD при освоении программы обучения по заданию.

Разработать две 2D-модели светильника средствами T-FLEX CAD (тип файла — 2D-документ, чертеж) на основании следующих характеристик:

- 1-я модель: силуэт статичной лампы, представленный в виде определенного профиля на основании фиксированных размеров и наложенных ограничений;
- 2-я модель: силуэт лампы с подвижной ножкой, разработанный на основе линий построения, с возможностью изменения ряда характеристик (угла наклона и размеров конструкций на основе параметризации чертежа).

Комбинация двух методов 2D-построения эскиза в T-FLEX CAD, реализованных в задании с единой тематикой, позволяет понять алгоритмы работы каждого из методов, а посредством сравнения выявить их особенности и предопределить потенциальный выбор нужного в зависимости от вида решаемой задачи.

На рисунке 4 представлен результат выполнения задания по рисованию силуэта статичной лампы. Слева — эскиз лампы, выполненный с помощью инструментов «отрезок» и «дуга» группы «Эскиз». Наложённые ограничения определяют и фиксируют форму объекта, размеры с зелеными маркерами позволяют сделать вывод о том, что эскиз определен

¹ КОМПАС-3D — система трехмерного моделирования. <https://kompas.ru/>

² T-FLEX CAD — российское инженерное программное обеспечение для 3D-проектирования и разработки конструкторской документации. Подробнее см.: <https://www.tflexcad.ru/>

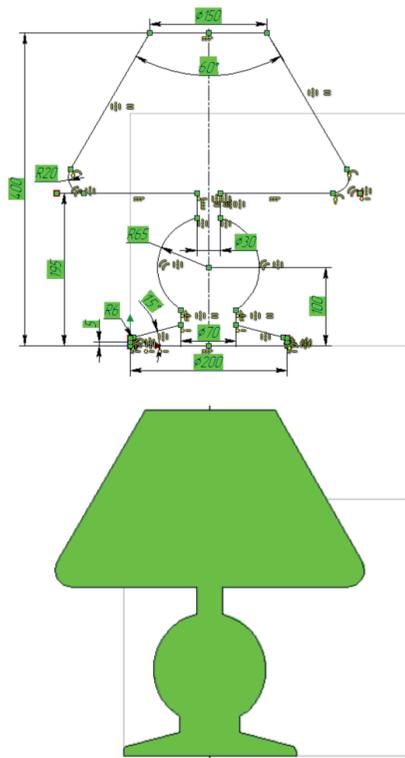


Рис. 4. Выполненное задание — 2D-модель статичного светильника
 Fig. 4. Completed task — 2D model of a static luminaire

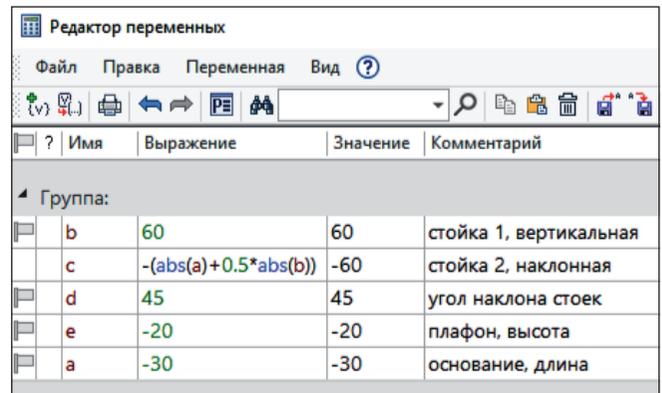
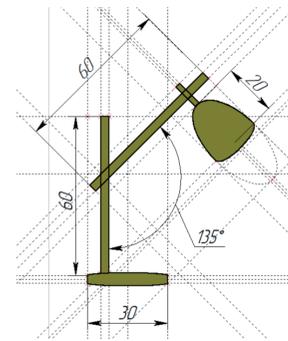


Рис. 5. Выполненное задание — 2D-модель с подвижной ножжкой (параметризация эскиза)
 Fig. 5. Completed task — 2D model of an adjustable stay (the sketch parameterization)

относительно точки начала координат. Справа — финальный образец силуэта лампы с выполненной заливкой (инструмент «Штриховка»), со скрытыми ограничениями и размерами.

Изменения объектов на уровне профиля с применением линий построения в T-FLEX CAD представляют способ геометрической параметризации объектов моделирования на разных уровнях: чертеж, модель, сборка. Понимая и используя в работе данный метод, можно оптимизировать саму модель, задать конструктивные связи, определить многовариантность исполнения. Отработка принципов параметризации на 2D-модели позволяет выстроить преемственность

работы с переменными, базами данных, стандартными изделиями на уровне трехмерных моделей и сборок [13].

На рисунке 5 построение профиля лампы с подвижной ножжкой по заданию выполнено на основании линий построения; ряд параметров определен через переменные и может изменяться при введении значения с клавиатуры. Зависимая переменная c , определяющая длину наклонной стойки лампы, вычисляется по заданной формуле. Все изменения отражаются в форме силуэта и размерных значениях, нанесенных на профиль. Варианты модификации изображения представлены на рисунке 6.

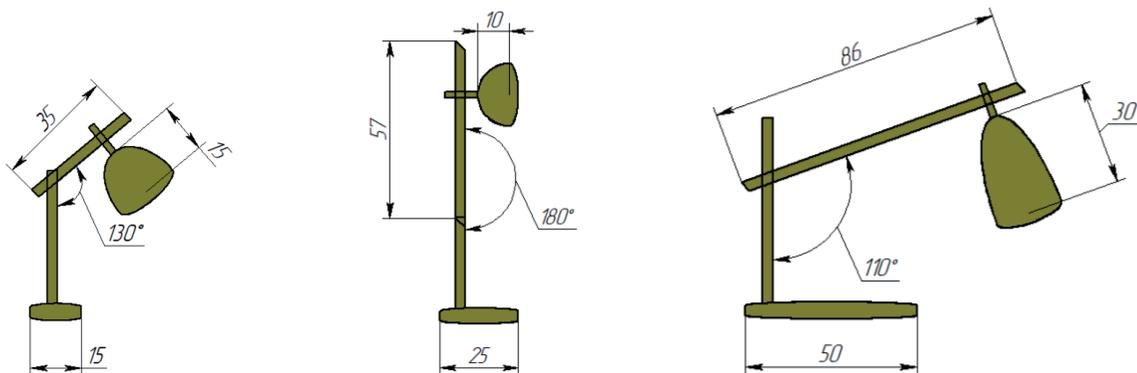


Рис. 6. Варианты параметризации
 Fig. 6. Parameterization options



Рис. 7. Профиль построения и модель светодиодного настольного светильника «Круги зверей»

Fig. 7. Sketch and model of the “Animal circles” LED table lamp

Для обеспечения целостности программы обучения и выстраивания тематических связей между модулями требуется наличие сквозных тем, обращение к которым позволяет сформировать единый подход к образовательному продукту [14]. Органичное включение региональной тематики обеспечивает целостность и преемственность проектных результатов. Образы пермской геокультуры (например, мифический человеколось) вполне применимы к современным разработкам в сфере светодизайна и способны придать оригинальные формы разрабатываемым моделям. Закрепление навыков работы в программе T-FLEX CAD (построение профиля, операция выталкивания, наложение материалов, настройки фотореализма)

на авторских проектах служит отработке этапов дизайн-проектирования (рис. 7).

3.3. Модуль «Основы технологий виртуальной реальности»

Для студента инженерной специальности — слушателя программы «Информационные технологии в дизайне» работа с конструкцией на основе сборочного чертежа является важнейшим профессиональным видом деятельности. Организация практического задания с применением конструкторской документации позволяет реализовать взаимосвязь инженерного и дополнительного образования студентов по направлению промышленного дизайна (рис. 8).

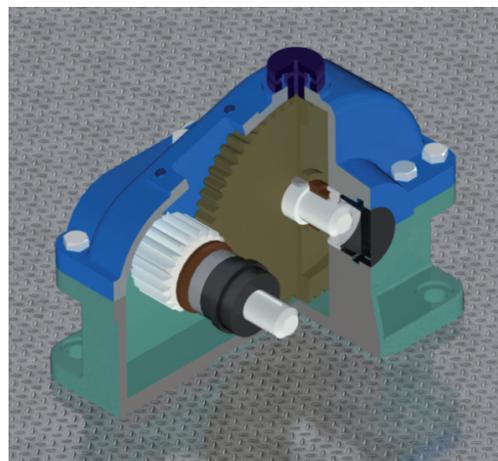
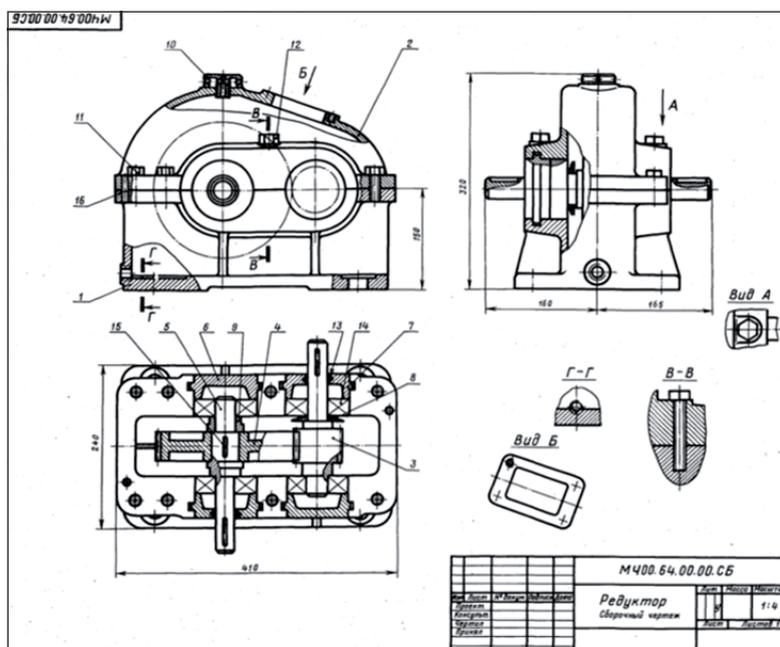


Рис. 8. Сборочный чертеж и визуализация сборки
Fig. 8. Assembly drawing and assembly visualization

Приведем пример возможного задания из модуля М3.

В проектной группе из трех—пяти человек выполнить разработку модели сборочного изделия по чертежу средствами программы T-FLEX CAD. Конструкция должна соответствовать следующим параметрам:

- тип файла — сборка;
- наличие стандартных изделий;
- использование библиотек материалов;
- выполнение фотореалистичного рендера¹;
- разработка двух видов анимации (механики и сборки-разборки);
- изменение конструктивных элементов сборки в ходе параметризации;
- демонстрация модели в среде виртуальной реальности.

Привлечение технологии виртуальной реальности (VR) не только дополнительно стимулирует студентов, но и формирует компетенции передового инженера, подготовленного к внедрению на производстве новейших технологий [15]. При этом процесс подготовки модели для демонстрации в VR напрямую связан с профилем дизайна. Выбор цвета материала, настройки и видов освещения, подсветки, проектирование среднего окружения, настройка ракурсов модели составляют область задач специалиста в смежных областях: инженерия, дизайн, визуализация. Разработка подобного контента для внедрения в учебный процесс (например, виртуальных моделей) на сегодняшний день является сложной и затратной задачей [16]. В качестве примера использования VR-технологии в профессиональном образовании приведем экспозицию виртуального музея «ОДК-Авиадвигатель»², действующего на площадке аэрокосмического факультета. Подчеркнем, что геокультурный образ «космическая Пермь» является одним из брендов Пермского края. Привлечение сюжетной тематики авиа- и двигателестроения в сферу дизайн-образования следует признать перспективным направлением в учебном проектировании [17]. Высокий уровень, качество и примеры визуализации виртуальных проектов музея являются ориентиром в организации учебной деятельности.

Модели учебного задания, приведенного выше, рационально представлять в виртуальном пространстве наглядно с выбором ракурса и углом поворота, с демонстрацией сборки и разборки, возможностью сечения плоскостями, измерением размеров. Такие возможности дает приложение T-FLEX VR³. Преимущество использования в подобной работе двух программных продуктов очевидно:

- простота и быстрота интеграции модели из CAD-системы в VR;
- редактирование в режиме реального времени с помощью САПР;
- возможность подключения различного VR-оборудования.

Заметим, что в программном комплексе T-FLEX редактирование модели в системе виртуальной реальности не предусмотрено, однако эффективность внедрения таких технологий признается перспективным направлением [18].

В ходе выполнения практического задания у студентов формируются содержательные связи между модулями программы, которые соответствуют системе производственных отношений, а учебные действия выстраиваются в контексте реальных процессов инжиниринга. Таким образом, конструкторский проект, разработанный в модуле М3, перестраивается в виртуальную модель с новым набором свойств, являясь проектным результатом освоения модуля М4 «Основы технологий виртуальной реальности» (рис. 9).

При подготовке будущих специалистов для профессионального сообщества, акцентируя внимание на мотивационную составляющую проектной работы, важно отметить формирование коммуникационных навыков взаимодействия студентов между собой. Способность работать с другими, правильно общаться, мыслить творчески и критически, активно слушать и обучаться — такие задачи в современном мире требуют определенного уровня развития социальных навыков [19].

4. Заключение

Практика обучения в рамках «цифровых кафедр» — уникальный образовательный формат, соответствующий современным запросам к подготовке квалифицированных кадров для промышленности России. Применение цифровых технологий для решения прикладных задач, адаптация программ на основе запросов работодателей, привлечение индустриальных партнеров позволяют выстроить гибкий в содержательном отношении образовательный продукт, интересный для студентов и востребованный ими. Результат обучения определяется сформированностью актуальных цифровых компетенций, обозначенных в цифровом сертификате. Второй диплом (о переподготовке) с присвоением квалификации является стимулом для обучения слушателей.

Подготовка специалистов в сфере промышленного дизайна в результате обучения по программе дополнительного профессионального образования «Информационные технологии в дизайне» на «цифровой кафедре» ПНИПУ позволяет применять современные цифровые технологии в трех основных направлениях:

- использовать электронные ресурсы для расширения форм и методов проработки материала, традиционно выполняемого вручную (например, поиск дизайн-формы, изучение цвета);

¹ Рендер (англ. render — визуализация) — преобразование трехмерной модели с помощью компьютерной программы в изображение.

² Виртуальный музей АО «ОДК-Авиадвигатель». <https://perm-motors.ru/media/virtual/about/activity/>

³ T-FLEX VR — 3D-проектирование в виртуальной реальности. Подробнее см.: <https://www.tflex.ru/products/priklad/vr/>

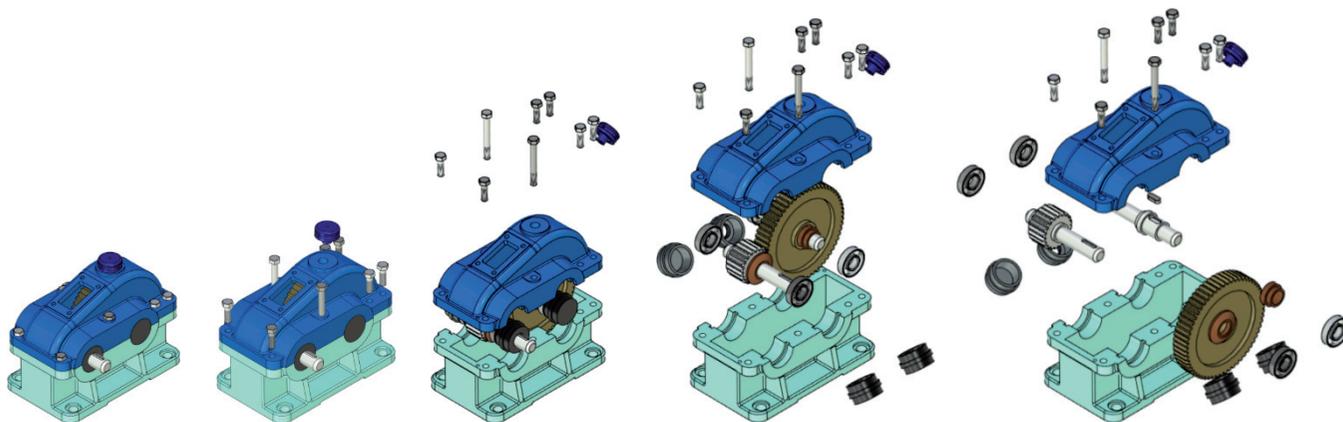


Рис. 9. Этапы сборки и разборки модели
Fig. 9. Stages of assembly and disassembly of the model

- обучать навыкам работы с современными цифровыми технологиями (иммерсивные и аддитивные технологии) в рамках тематических блоков;
- использовать электронные образовательные ресурсы для создания удобного и комфортного формата обучения в реальном времени.

Применение групповых форм работы, проектного метода (с возможностью реализации и изготовления конкретных продуктов), а также презентация авторских достижений и результатов работы позволяют сформировать деятельного специалиста, готового работать в команде.

Установленный ориентир обучения, определяемый компетентностной моделью выпускника программы, достигается посредством внедрения в образовательный процесс цифровых инструментов. Таким образом формируется заявленный уровень профессиональной подготовки. Поиск творческого решения, осуществляемый в контексте региональной тематики, позволяет придать гибкость и креативность практическому содержанию и трансформировать типовую проектировочную работу будущего дизайнера в культуротворческую деятельность.

Список источников / References

1. Троицкая О. Н., Вохтомина Е. Д. Методика применения цифровых инструментов для разработки образовательного контента в соответствии с заданной целью обучения. *Информатика и образование*. 2023;38(2):26–34. EDN: SFSSTP. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-2-26-34.
[Troitskaya O. N., Vohtomina E. D. The methodology of using digital tools for the development of educational content in accordance with a given learning goal. *Informatics and Education*. 2023;38(2):26–34. (In Russian.) EDN: SFSSTP. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-2-26-34.]
2. Коськов М. А. Волны российского дизайна: философско-культурологический анализ. *Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина*. 2015;2(3):200–209. EDN: UXKDFD.
[Koskov M. A. Waves of Russian design: Philosophical and cultural analysis. *Pushkin Leningrad State University Journal*. 2015;2(3):200–209. (In Russian.) EDN: UXKDFD.]
3. Брызгов Н. В. Национальные черты стиля промышленного дизайна в России: история и современность. *Де-*

коративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С. Г. Строганова. 2021;(2–2):50–57. EDN: JQTBVD.

[Bryzgov N. V. National features of Russian industrial design style: History and modernity. *Decorative Art and Environment. Gerald of the RGHPU*. 2021;(2–2):50–57. (In Russian.) EDN: JQTBVD.]

4. Левкина Д. В. Проблемы промышленного дизайна в России. *Формирование конкурентной среды, конкурентоспособность и стратегическое управление предприятиями, организациями и регионами. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции*. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет; 2023:202–205. EDN: PSVWJY.

[Levkina D. V. Problems of industrial design in Russia. *Formation of a Competitive Environment, Competitiveness and Strategic Management of Enterprises, Organizations and Regions. Collection of Articles of the 8th Int. Scientific and Practical Conf*. Penza, Penza State Agrarian University; 2023:202–205. (In Russian.) EDN: PSVWJY.]

5. Образцова М. Н., Галиханова Е. Б., Соколова С. К., Этюев Х. Х., Осипов М. А., Шупаев А. В., Шакирова А. А., Евстигнеева Е. Е., Таумурзаева Ф. К., Бардин В. С. Концепция формирования модели матрицы компетенций, актуальных для цифровой экономики. М.: Издательский центр «РИОР»; 2023. 43 с. EDN: FACZHK. DOI: 10.29039/02113-2. Режим доступа: https://innopolis.university/filespublic/koncepciya_formirovaniya_iu.pdf

[Obraztsova M. N., Galikhanov C., Sokolova S. K., Etuev Kh., Osipov M., Shupaev A., Shakirova A., Evstigneeva E., Taumurzaeva F., Bardeen V. The concept of developing of the model of matrix of relevant competencies for the digital economy. Moscow, Publisher center “RIOR”; 2023. 43 p. (In Russian.) EDN: FACZHK. DOI: 10.29039/02113-2. Available at: https://innopolis.university/filespublic/koncepciya_formirovaniya_iu.pdf

6. Дианова С. А., Базарева Л. П., Кобыков А. В. Геобрендинг для угасшей территории: стратегии продвижения культурного наследия на муниципальном уровне. *Этносоциум и межнациональная культура*. 2023;(3(177)):39–49. EDN: EJDJUG.

[Dianova S. A., Bazareva L. P., Kobaykov A. V. Geobranding for extinct territory: Strategies for promotion of cultural heritage at the municipal level. *Etnosocium (Multinational Society)*. 2023;(3(177)):39–49. (In Russian.) EDN: EJDJUG.]

7. Миркушина Л. П., Дианова С. А., Чегодаев В. П., Бовкун А. С. Культуротентризм как фактор развития уральских поселений в XXI веке. *Устойчивое развитие горных территорий*. 2023;15(2):398–407. EDN: RILRMN. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-398-407.

[Mirkushina L. R., Dianov S. A., Chegodaev V. P., Bovkun A. S. Cultural centrism as a factor of sustainable development of Ural settlements in the XXI century. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2023;15(2):398–407. (In Russian.) EDN: RILRMN. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-398-407.]

8. Irbite A., Strode A. Artificial intelligence vs designer: The impact of artificial intelligence on design practice. *Society. Integration. Education. Proc. Int. Sci. Conf. Rēzekne, Latvia, Rezekne Academy of Technologies*; 2021;4:539–549. DOI: 10.17770/sie2021vol4.6310.

9. Дианова Ю. Звериный стиль. Проект Байкал. 2020;17(63):54–61. EDN: DFTVJC. DOI: 10.7480/project-baikal.63.1599.

[Dianova Ju. The animal style. *Project Baikal*. 2020;17(63):54–61. (In Russian.) EDN: DFTVJC. DOI: 10.7480/projectbaikal.63.1599.]

10. Миронова Н. П., Устьянцев Г. Ю. Некоторые современные практики репрезентации «пермского звериного стиля» в культурном пространстве Республики Коми. *Вестник культурологии*. 2021;(4(99)):160–178. EDN: CLKPLD. DOI: 10.31249/hoc/2021.04.09.

[Mironova N. P., Ustyantsev G. Yu. Some modern practices of representation of the «Perm animal style» in the cultural space of the Komi Republic. *Herald of Culturology*. 2021;(4(99)):160–178. (In Russian.) EDN: CLKPLD. DOI:10.31249/hoc/2021.04.09.]

11. Stolbova I. D., Shakhova A. B., Pichkaleva O. A. Actualization of graphic training on the basis of design activity. *Proc. 5th Int. Conf. on Information Technologies in Engineering Education (Inforino 2020)*. Denver, MA, USA, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2020:9111812. EDN: XBBZYZ. DOI: 10.1109/Inforino48376.2020.9111812.

12. Орешкин П. В. Развитие возможностей 3D-моделирования и 3D-печати в дизайне: история эволюции. *Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С. Г. Строганова*. 2021;(1–2):239–246. EDN: QVMFWF.

[Oreshkin P. V. Developing 3D modeling and 3D printing capabilities in design: A history of evolution. *Decorative Art and Environment. Gerald of the RGHPU*. 2021;(1–2):239–246. (In Russian.) EDN: QVMFWF.]

13. Иващенко В. И., Чемпинский Л. А., Ермаков А. И. О значении нового подхода в преподавании графических дисциплин при подготовке специалистов для инновационного машиностроения в Институте двигателей и энергетических установок. *Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации*. 2016;1:254–258. EDN: WXRDFJ.

[Ivashchenko V. I., Chempinsky L. A., Ermakov A. I. About the importance of the new approaches to teaching graphic disciplines in training for innovation engineering at the Institute of Engines and Power Plants. *Problemy Kachestva Graficheskoy Podgotovki Studentov v Tekhnicheskoy Vuzе: Traditsii i Innovatsii*. 2016;1:254–258. (In Russian.) EDN: WXRDFJ.]

14. Абдулгалимов Г. Л., Косино О. А. Содержание обучения сквозным технологиям при цифровой трансформации образования. *Вестник педагогических наук*. 2022;(6):139–142. EDN: ZJISCC.

[Abdulgaliyev G. L., Kosino O. A. Content of training in end-to-end technologies in the digital transformation of education. *Vestnik Pedagogicheskikh Nauk*. 2022;(6):139–142. (In Russian.) EDN: ZJISCC.]

15. Tarasova L., Pozdeeva T., Baranova A. Study of the readiness of students to use VR technologies during a course in engineering geometry and computer graphics. *Proc. 6th Int. Conf. on Information Technologies in Engineering Education (Inforino 2022)*. Denver, MA, USA, Institute of Electrical

and Electronics Engineers Inc.; 2022:1–5. EDN: VVZIRI. DOI: 10.1109/Inforino53888.2022.9782995.

16. Иванилова Т. Н., Кушнеров А. В., Семенов В. А., Ильюшин И. А., Серегин А. В. Реализация веб-приложений 3D-лабораторных практикумов для технических специальностей. *Информатика и образование*. 2023;38(3):78–87. EDN: DWELYG. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-78-87.

[Ivanilova T. N., Kushnerov A. V., Semenov V. A., Ilyushin I. A., Seregin A. V. Implementation of 3D-laboratory workshops web applications for technical specialties. *Informatiks and Education*. 2023;38(3):78–87. (In Russian.) EDN: DWELYG. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-78-87.]

17. Хаустова Н. Н. Брендинг и территориальная идентика как тема учебного проектирования. *Вестник Московского информационно-технологического университета — Московского архитектурно-строительного института*. 2021;(3):30–33. EDN: PZNMOL. DOI: 10.52470/2224669X_2021_3_30.

[Khaustova N. N. Branding and territorial identity as a theme of educational design. *Vestnik Moskovskogo Informatsionno-Tekhnologicheskogo Universiteta — Moskovskogo Arkhitekturno-Stroitel'nogo Instituta*. 2021;(3):30–33. (In Russian.) EDN: PZNMOL. DOI: 10.52470/2224669X_2021_3_30.]

18. Francia D., Bove D., Santi G. M., Ferretti P., Donnici G., Frizziro L., Liverani A. Virtual design for repair: The case of a gearmotor. *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing IV. Proc. Int. Joint Conf. on Mechanics, Design Engineering & Advanced Manufacturing (JCM 2022)*. Springer International Publishing; 2022:135–147. DOI: 10.1007/978-3-031-15928-2_12.

19. Джантасова Д. Д., Ахметова Д. Р., Вавилова О. Н. Роль коммуникации в профессиональной деятельности будущего инженера. *Наукаосфера*. 2022;(9–2):41–51. EDN: SCXBOH. DOI: 10.5281/zenodo.7115284.

[Dzhanatasova D. D., Akhmetova D. R., Vavilova O. N. The role of communication in the professional activity of a future engineer. *Naukosfera*. 2022;(9–2):41–51. (In Russian.) EDN: SCXBOH. DOI: 10.5281/zenodo.7115284.]

Информация об авторах

Дианова Юлия Викторовна, канд. культурологии, доцент кафедры «Дизайн, графика и начертательная геометрия», аэрокосмический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8798-0993>; e-mail: julok1@mail.ru

Столбова Ирина Дмитриевна, доктор тех. наук, доцент, зав. кафедрой «Дизайн, графика и начертательная геометрия», аэрокосмический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0546-9428>; e-mail: stolbova.irina@gmail.com

Information about the authors

Yulia V. Dianova, Candidate of Sciences (Culture Studies), Associate Professor at the Department “Design, Graphics and Descriptive Geometry”, Aerospace Faculty, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8798-0993>; e-mail: julok1@mail.ru

Irina D. Stolbova, Doctor of Sciences (Engineering), Docent, Head of the Department “Design, Graphics and Descriptive Geometry”, Aerospace Faculty, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0546-9428>; e-mail: stolbova.irina@gmail.com

Поступила в редакцию / Received: 08.04.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 17.05.24.

Принята к печати / Accepted: 21.05.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-76-85

ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ

А. А. Эльтемеров¹ ✉

¹ Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Москва, Россия

✉ aksarus@mail.ru

Аннотация

В наши дни цифровые компетенции стали необходимой составляющей профессиональной подготовки специалиста любой отрасли, в том числе сотрудника МЧС. Цифровые технологии и цифровые инструменты имеют важное значение не только в работе всех систем МЧС России, но и в процессе подготовки специалистов этой отрасли. Цифровизация образования в вузах МЧС, несмотря на возникающие проблемы и трудности, продолжает охватывать все новые сферы.

Статья посвящена изучению востребованности цифровых компетенций в профессиональной подготовке сотрудников МЧС России. С этой целью был проведен опрос курсантов очного и заочного отделений Академии Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. По итогам опроса был составлен рейтинг компетенций, необходимых сотруднику МЧС, осуществлен анализ востребованности компетенций, определено место цифровых компетенций среди профессиональных компетенций сотрудников МЧС, отмечена разница в востребованности цифровых компетенций в зависимости от специализации обучающихся (например, пожарно-спасательной службы и судебной экспертизы).

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о значимости и востребованности цифровых компетенций в профессиональной деятельности сотрудников различных подразделений МЧС России, что определяет необходимость модернизации профессиональной подготовки в условиях использования нового орудия труда — цифровых технологий и цифровых инструментов.

Ключевые слова: кадровая неподготовленность, профессиональная подготовка, МЧС России, Академия ГПС МЧС России, цифровые технологии, цифровая экономика, цифровизация, цифровые компетенции.

Для цитирования:

Эльтемеров А. А. Востребованность цифровых компетенций в профессиональной подготовке сотрудников МЧС России. Информатика и образование. 2024;39(3):76–85. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-76-85.

DEMAND FOR DIGITAL COMPETENCIES IN PROFESSIONAL TRAINING OF THE EMERCOM OF RUSSIA EMPLOYEES

А. А. Eltemerov¹ ✉

¹ The State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Moscow, Russia

✉ aksarus@mail.ru

Abstract

Nowadays, digital competencies have become a necessary component of professional training for a specialist in any industry, including EMERCOM. Digital technologies and digital tools are important not only in the work of all systems of the EMERCOM of Russia, but also in the process of training specialists of this industry. Digitalization of education in EMERCOM universities, despite the emerging problems and difficulties, continues to expand.

The article is devoted to the study of the demand for digital competencies in the professional training of the EMERCOM of Russia employees. For this purpose, a survey across on-campus and correspondence students of The State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters was conducted. Based on the results of the survey, a rating of competencies required for an EMERCOM employee was compiled, the analysis of the demand for competencies was carried out, the place of digital competencies among the professional competencies of EMERCOM employees was determined, and the difference in the demand for digital competencies depending on the specialization of students (e. g., fire and rescue service and forensic expertise) was noted.

The data obtained in the course of the study indicates the importance and demand for digital competencies in the professional activities of employees of various the EMERCOM of Russia departments, which determines the need to modernize professional training in the context of new means of labor (digital technologies and digital tools).

© Эльтемеров А. А., 2024

Keywords: personnel unpreparedness, professional training, EMERCOM of Russia, SFA of EMERCOM of Russia, digital technologies, digital economy, digitalization, digital competencies.

For citation:

Eltemerov A. A. Demand for digital competencies in professional training of the EMERCOM of Russia employees. *Informatics and Education*. 2024;39(3):76–85. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-76-85.

1. Введение

В настоящее время цифровые технологии проникли во все сферы жизни человека: они модернизировали производство и экономику, образование и ежедневный быт. Цифровые устройства стали новым орудием труда, определили необратимость процесса цифровизации [1], создали «систему экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий»¹ — цифровую экономику. В условиях нового типа экономики цифровые компетенции стали необходимой составляющей профессиональной подготовки специалиста любой отрасли. Благодаря использованию цифровых компетенций в системах подготовки оказался возможен переход от «модульного профессионала» к «универсальному специалисту» [2].

Цифровые компетенции — это способность грамотно использовать цифровые технологии в повседневной и профессиональной деятельности с учетом требований безопасности обработки информации [3]. Цифровые компетенции включают в себя понимание и способность «анализировать и оценивать информацию из разных интернет-ресурсов, а также критически мыслить и решать проблемы в онлайн-среде» [4].

Министерство экономического развития Российской Федерации определило ключевые компетенции цифровой экономики как «компетенции, которые необходимы для решения человеком поставленной задачи или достижения заданного результата деятельности в условиях глобальной цифровизации общественных и бизнес-процессов»², а также составил список таких компетенций:

1. Коммуникация и кооперация в цифровой среде. Способность использовать различные цифровые средства для взаимодействия с другими людьми.
2. Саморазвитие в условиях неопределенности. Способность ставить себе образовательные цели, подбирать способы решения и средства развития других необходимых компетенций.
3. Креативное мышление. Способность генерировать новые идеи для решения задач цифровой

экономики, абстрагироваться от стандартных моделей.

4. Управление информацией и данными. Способность искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств.
5. Критическое мышление в цифровой среде. Способность проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) в 2020 году вошло в топ-5 федеральных органов исполнительной власти, чья программа цифровой трансформации была одобрена членами президиума Правительственной комиссии по использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности³. На цифровую трансформацию и информатизацию с 2021 по 2023 год в МЧС России было выделено 5,3 млрд рублей, из которых часть средств пошла на работы по созданию межведомственного озера данных (*англ.* Data Lake) и внедрение технологий искусственного интеллекта в единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

В 2022 году МЧС России специальным распоряжением утвердило программу цифровой трансформации ведомства, среди целей которой значатся⁴:

- повышение уровня надежности и безопасности информационных систем, технологической независимости информационно-технологической инфраструктуры от ИКТ-оборудования и программного обеспечения, происходящих из иностранных государств;
- обеспечение уровня надежности и безопасности информационных систем, информационно-технологической инфраструктуры.

С развитием цифровых технологий в системе МЧС России возросло внимание к разработкам специ-

¹ Митин В. Семь определений цифровой экономики. *IT Channel News*. 18.01.2017. <https://www.novostiitkanala.ru/news/detail.php?ID=116780>

² Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 24 января 2020 года № 41 «Об утверждении методик расчета показателей Федерального проекта “Кадры для цифровой экономики” Национальной программы “Цифровая экономика Российской Федерации”». <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minekonomrazvitija-rossii-ot-24012020-n-41-ob-utverzhenii/>

³ Цифровизация МЧС России направлена на сохранение жизни людей и снижение ущерба при ЧС. *МЧС России. Новости*. 05.10.2020. <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4274526>

⁴ Распоряжение Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 17 марта 2022 года № 187 «Об утверждении ведомственной программы цифровой трансформации МЧС России на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов». https://e-ecolog.ru/docs/nSuEzRtY_udNlrLNpDK7D?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F

ализированных робототехнических средств [5], созданию программных инструментов для слаженной координации работы спасательных подразделений [6]. Кроме того, цифровые технологии имеют важное значение при решении управленческих задач в МЧС России [7, 8], в том числе, например, в системе организации труда сотрудников для деловой оценки персонала в управлении кадровой, воспитательной работы и профессионального обучения в Главном управлении МЧС России по Московской области [9].

Цифровые технологии стали неотъемлемой частью образовательного процесса в вузах МЧС России: используются инструменты электронной информационно-образовательной среды [10], электронное портфолио обучающихся [11] и др.

Однако, как отмечают исследователи, результативность деятельности МЧС России в сфере цифрового развития недостаточна [12, 13], до сих пор остается ряд проблем, требующих внимания [14]:

- «дефицит специалистов в области цифровой экономики;
- отсутствие методик обучения в узких направлениях профессиональной деятельности специалистов в области цифровой экономики в профильных вузах системы МЧС России;
- отсутствие систем оценки профессионализма сотрудников в данной области».

По мнению экспертов, проблемы цифровизации образования в вузах МЧС России имеют разные причины, но наиболее актуальными являются кадровые. Речь идет о компетентности «специалистов, разрабатывающих цифровую среду вуза, и профессорско-преподавательского состава в части, касающейся способности использования всего потенциала цифровой среды вуза» [15].

В связи с этим нам кажется важным сосредоточиться на изучении востребованности цифровых компетенций в системе профессиональной подготовки сотрудников МЧС России, что и является **целью нашей статьи**.

2. Компетенции сотрудников МЧС: структура опроса

Цифровые компетенции являются важной частью профессиональной подготовки сотрудников МЧС России, как и любого участника цифровой экономики. Это подтверждают результаты опроса спасателей МЧС России, представленные в статье Е. С. Королевой «Требования ФГОС и работодателей к перечню профессиональных компетенций сотрудников структуры МЧС: точки соприкосновения и расхождения» [16]: более 90 % респондентов выделили как наиболее значимую среди общепрофессиональных компетенций способность «понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности» (ОПК 4).

По данным Института статистических исследований и экономики знаний Национального иссле-

довательского университета «Высшая школа экономики», полученным в результате анализа 38,7 тыс. вакансий, опубликованных на портале HeadHunter за 2020–2021 годы, наиболее востребованными навыками и компетенциями в цифровой среде к концу 2021 года являлись¹ (компетенции представлены в порядке убывания значимости):

- работа с базами данных;
- владение английским языком;
- машинное обучение;
- владение методами защиты информации;
- взаимодействие с клиентами;
- управление проектами;
- работа в команде;
- разработка программного обеспечения;
- владение языком программирования;
- анализ больших данных;
- ведение переговоров;
- разработка мобильных приложений;
- коммуникативные навыки;
- разработка и внедрение информационных систем;
- аналитическое мышление.

Эти данные стали базой опроса, проведенного нами в Институте подготовки руководящих кадров Академии Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Академии ГПС МЧС России) среди слушателей очного и заочного отделений магистратуры. Всего в опросе приняли участие 106 человек, в том числе представители Москвы и Московской области, а также Белгородской, Брянской, Калужской, Кировской, Костромской, Ростовской, Самарской, Тульской, Ульяновской, Ярославской областей и Приморского края.

Опрос содержал следующие позиции:

1. Проанализируйте перечень наиболее востребованных навыков и компетенций в цифровой среде и ответьте, какие профессиональные компетенции и навыки необходимо иметь выпускнику вузов МЧС России для успешной службы в вашем подразделении.
2. Дополните этот список недостающими, на ваш взгляд, навыками/компетенциями.
3. В полученном перечне укажите необходимый уровень владения компетенцией/навыком в процентах.

По итогам опроса исходный перечень, состоящий из 15 компетенций и навыков, был дополнен следующими пунктами, которые предложили респонденты:

- работа со специализированными техническими средствами и оборудованием;
- управление робототехническими средствами;

¹ Вертинская А. В., Черногорцева С. В. Топ-15 цифровых компетенций и навыков в цифровой среде. *Институт статистических исследований и экономики знаний*. 10.12.2021. <https://issek.hse.ru/news/540276172.html>

- работа с автоматизированными системами мониторинга, контроля и управления;
- управление техническими средствами передвижения категории «В», «С», «D», «Е»;
- работа с нормативными документами.

Именно этот перечень из 20 компетенций и навыков в дальнейшем анализировали респонденты — курсанты Института подготовки руководящих кадров.

3. Результаты опроса: рейтинг компетенций, средние значения и их сравнение

Оценка уровня навыков и компетенций, требуемых сотрудникам подразделений МЧС России, согласно проведенному опросу, представлена в таблице 1. Округленные средние значения востребованности навыков и компетенций отражены в диаграмме (рис. 1).

Таблица 1 / Table 1

Общие показатели результатов опроса по требуемому уровню навыков и компетенций в подразделениях МЧС России

General indicators of the survey results on the required level of skills and competencies in the units of the EMERCOM of Russia

№ п/п	Востребованная компетенция/навык	Среднее значение (%)	Округленное среднее значение (%)	Респонденты, указавшие значение «0 %»		Респонденты, указавшие значение «100 %»	
				Количество (чел.)	Специализация	Количество (чел.)	Специализация
1	Работа с базами данных	66,88	67	4	п — 2, э — 2	14	н — 2, о — 8, у — 4
2	Владение английским языком	35,28	35	8	п — 6, у — 2	2	у — 2
3	Машинное обучение	63,11	63	0	—	14	н — 2, о — 4, у — 8
4	Владение методами защиты информации	62,73	63	4	п — 4	12	н — 2, о — 4, у — 6
5	Взаимодействие с клиентами	64,84	65	10	п — 8, у — 2	26	н — 6, о — 8, у — 10, э — 2
6	Управление проектами	58,16	58	8	н — 2, п — 4, у — 2	20	н — 4, п — 2, о — 2, у — 12
7	Работа в команде	90,09	90	0	—	68	н — 8, п — 22, о — 12, у — 22, э — 4
8	Разработка программного обеспечения	37,45	37	14	п — 12, у — 2	4	у — 4
9	Владение языком программирования	36,69	37	18	о — 2, п — 12, у — 2, э — 2	6	о — 2, у — 4
10	Анализ больших данных	62,07	62	4	п — 4	22	п — 2, о — 6, у — 14
11	Ведение переговоров	69,90	70	4	п — 4	28	н — 6, п — 4, о — 4, у — 14
12	Разработка мобильных приложений	25,37	25	28	о — 2, п — 14, у — 8, э — 4	6	о — 2, у — 4
13	Коммуникативные навыки	79,49	79	0	—	42	н — 6, п — 8, о — 8, у — 18, э — 2
14	Разработка и внедрение информационных систем	41,32	41	12	п — 2, у — 8, э — 2	4	о — 2, у — 2
15	Аналитическое мышление	75,56	76	0	—	28	п — 4, о — 8, у — 14, э — 2
16	Работа со специализированными техническими средствами и оборудованием	79,43	79	0	—	32	н — 2, п — 12, о — 6, у — 8, э — 4

¹ Расшифровка символов: н — надзорная деятельность, о — отделы и службы, п — пожарно-спасательная часть (отряд), у — управление, э — судебная экспертиза.

Окончание таблицы 1 /
End of the table 1

№ п/п	Востребованная компетенция/навык	Среднее значение (%)	Округленное среднее значение (%)	Респонденты, указавшие значение «0 %»		Респонденты, указавшие значение «100 %»	
				Количество (чел.)	Специализация	Количество (чел.)	Специализация
17	Управление робототехническими средствами	47,35	47	14	о — 2, п — 6, у — 4, э — 2	6	п — 2, о — 2, у — 2
18	Работа с автоматизированными системами мониторинга, контроля и управления	57,35	57	2	п — 2	8	у — 8
19	Управление техническими средствами передвижения категории «В», «С», «D», «Е»	68,39	68	6	о — 4, э — 2	30	н — 2, п — 10, о — 6, у — 8, э — 4
20	Работа с нормативными документами	76,66	77	0	—	34	н — 6, п — 6, о — 6, у — 12, э — 4

Диаграмма на рисунке 2 представляет сопоставление количества респондентов, присвоивших значения «0 %» и «100 %» названным навыкам и компетенциям. Эта информация весьма любопытна по причине ее радикальной значимости для определенного навыка или компетенции, поскольку «0 %» определяет минимальную, а «100 %» — максимальную значимость навыка/компетенции.

Диаграммы (см. рис. 1 и 2) дают яркое представление о значимости отдельных навыков и компетенций: например, «Работа в команде» (7) и «Коммуникативные навыки» (13) являются наиболее востребованными компетенциями в служебной деятельности сотрудников МЧС России. Это вполне закономерно, так как работа в команде подразумевает постоянное взаимодействие сотрудников различных подразделений, а также контакты с представителями других структур и гражданскими лицами. Следующие по убыванию значимости компетенции: «Работа со специ-

ализированными техническими средствами и оборудованием» (16) и «Работа с нормативными документами» (20) — определяют специфику профессиональной деятельности МЧС России.

Наименее востребованы среди компетенций сотрудников МЧС «Работа с базами данных» (16), «Разработка программного обеспечения» (8), «Владение языком программирования» (9), «Разработка мобильных приложений» (12). Закономерно, что от спасателей МЧС не требуется создание цифровых продуктов, однако умение грамотно пользоваться ими обусловлено модернизацией современных орудий труда, постепенным переходом к цифровой экономике и требованиями государственных программ и национальных проектов.

Практическая направленность компетенций сотрудников МЧС России обусловлена экстремальными условиями деятельности спасательных подразделений, которая осуществляется преимущественно

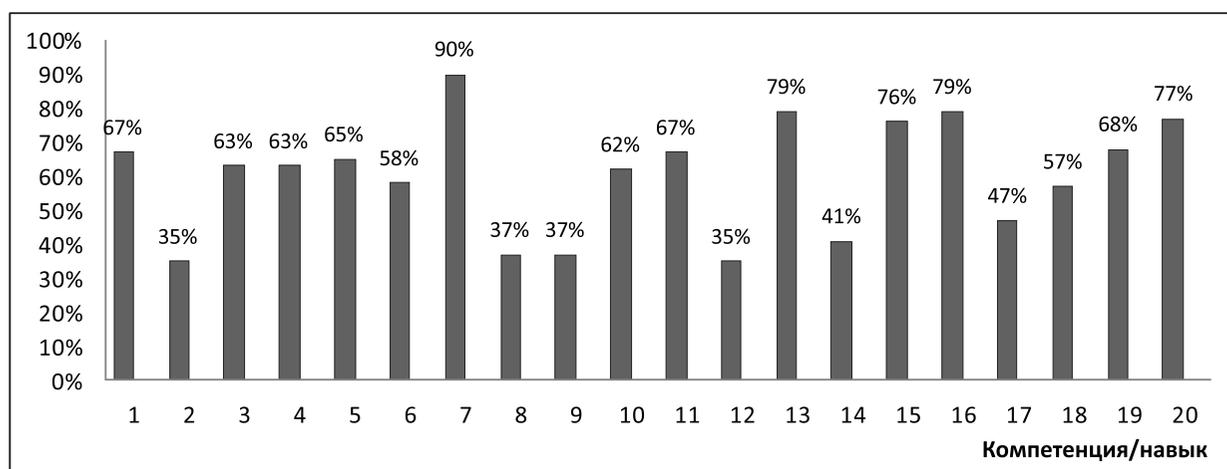


Рис. 1. Общие показатели требуемого уровня навыков и компетенций сотрудников МЧС России

Fig. 1. General indicators of the required competencies level for the EMERCOM of Russia employees

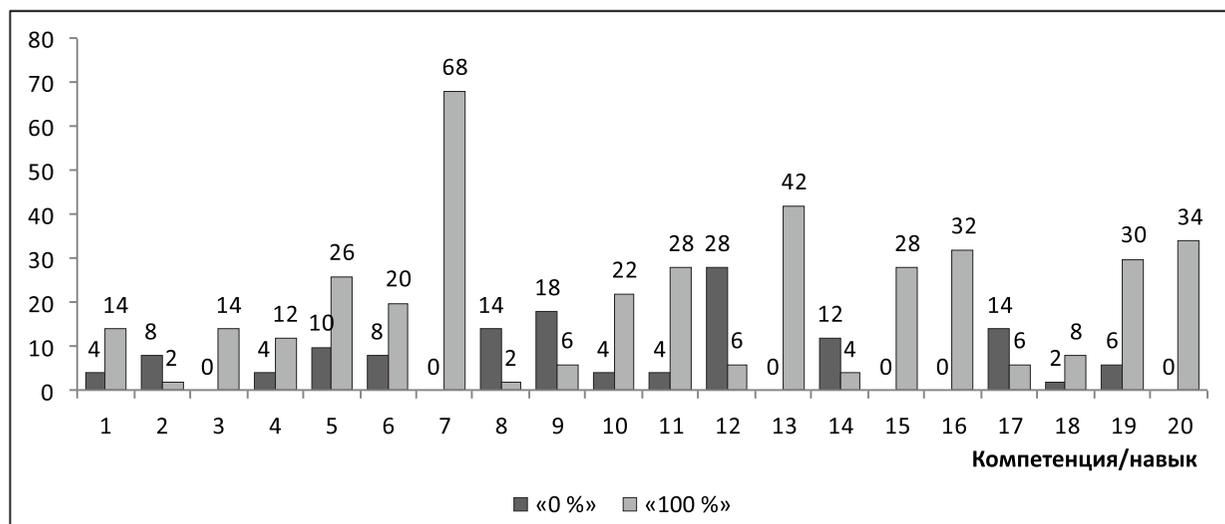


Рис. 2. Количество респондентов, присвоивших значения «0 %» и «100 %» исследуемым навыкам и компетенциям

Fig. 2. Total number of respondents who indicated the values “0 %” and “100 %” to the surveyed skills and competencies

за счет физической силы [17, 18]. Однако структура МЧС России требует множества вспомогательных специальностей для обеспечения работы различных подразделений министерства. Это сотрудники отделов управления, персонал вспомогательных отделов и служб, сотрудники судебной экспертизы, надзорной деятельности и др. Именно поэтому для объективной оценки результатов опроса полученные данные были разделены на две блока:

- первый блок — это результаты опроса специалистов пожарно-спасательных подразделений (п);

- второй блок — это результаты опроса представителей управления, персонала отделов и служб, специалистов судебной экспертизы и надзорной деятельности (н/о/у/э).

Результаты опроса, представляющие мнения представителей разных служб, отражены в диаграммах на рисунках 3, 4 и 5.

На рисунках 4 и 5 показаны противоположные представления респондентов о наименее и наиболее востребованных компетенциях среди представителей пожарно-спасательных подразделений и представителей управления, сотрудников отделов и служб,



Рис. 3. Сравнение средних значений результатов опроса представителей различных подразделений МЧС России

Fig. 3. Comparison of average values of the survey results among representatives of different the EMERCOM of Russia divisions

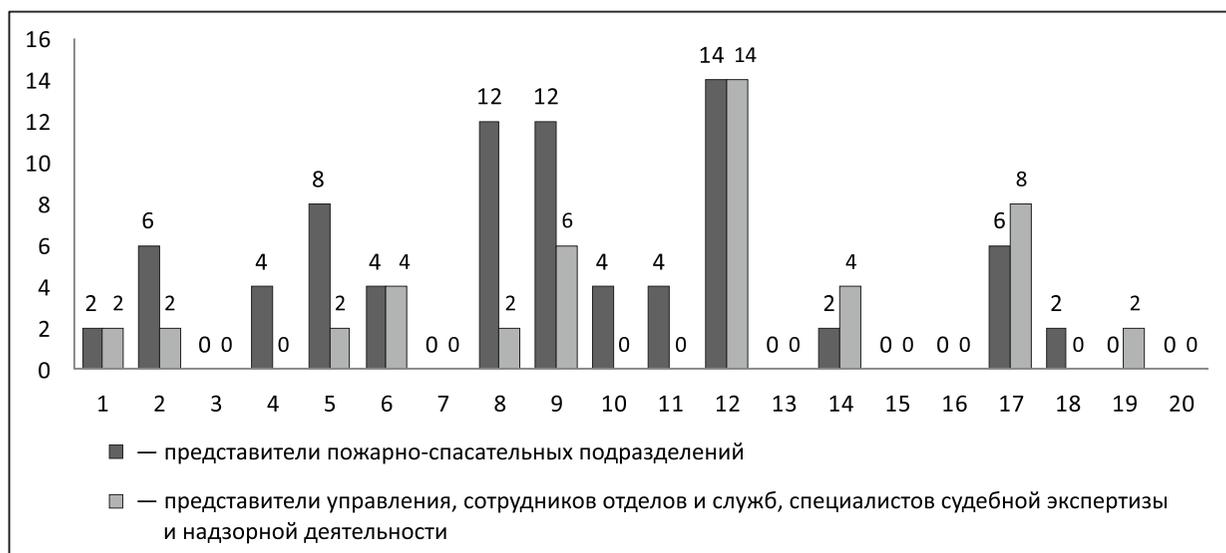


Рис. 4. Количество представителей различных подразделений МЧС России, указавших значения «0 %» для соответствующих навыков/компетенций

Fig. 4. Number of representatives of different the EMERCOM of Russia divisions who indicated "0 %" values for relevant skills/competencies



Рис. 5. Количество представителей различных подразделений МЧС России, указавших значения «100 %» для соответствующих навыков/компетенций

Fig. 5. Number of representatives of different the EMERCOM of Russia divisions who indicated "100 %" values for relevant skills/competencies

специалистов судебной экспертизы и надзорной деятельности.

Сопоставление диаграмм среднего, наибольшего и наименьшего значения позволяет определить значимость отдельных компетенций. Для наглядности перечень компетенций в порядке убывания значимости представлен в виде рейтингов по блокам, а рейтинги сопоставлены между собой. Рейтинг вычислялся с помощью результатов, отображенных на рисунках 3–5, по формуле: среднее значение навыка или компе-

тенции + количество респондентов, указавших значение «100 %», – количество респондентов, указавших значение «0 %», = результат (табл. 2).

Посредством анализа всех полученных результатов были выделены 10 наиболее востребованных компетенций в цифровой сфере, которые должны формироваться в процессе профессиональной подготовки сотрудников МЧС России:

1. Работа в команде.
2. Работа с нормативными документами.

Рейтинг профессиональных навыков и компетенций по блокам¹

Rating of professional skills and competencies by category

№ п/п	п	н/о/у/э
1	Работа в команде	Работа в команде
2	Работа со специализированными техническими средствами и оборудованием	Работа с нормативными документами
3	Коммуникативные навыки	Аналитическое мышление
4	Управление техническими средствами передвижения категории «В», «С», «D», «Е»	Ведение переговоров
5	Работа с нормативными документами	Работа со специализированными техническими средствами и оборудованием
6	Аналитическое мышление	Взаимодействие с клиентами
7	Ведение переговоров	Анализ больших данных
8	Машинное обучение	Коммуникативные навыки
9	Анализ больших данных	Работа с базами данных
10	Работа с базами данных	Владение методами защиты информации
11	Работа с автоматизированными системами мониторинга, контроля и управления	Управление техническими средствами передвижения категории «В», «С», «D», «Е»
12	Владение методами защиты информации	Машинное обучение
13	Управление робототехническими средствами	Управление проектами
14	Взаимодействие с клиентами	Работа с автоматизированными системами мониторинга, контроля и управления
15	Управление проектами	Разработка и внедрение информационных систем
16	Разработка и внедрение информационных систем	Разработка программного обеспечения
17	Владение английским языком	Владение языком программирования
18	Владение языком программирования	Управление робототехническими средствами
19	Разработка программного обеспечения	Владение английским языком
20	Разработка мобильных приложений	Разработка мобильных приложений

3. Работа со специализированными техническими средствами и оборудованием.
4. Коммуникативная компетентность, включающая в себя следующие компетенции: коммуникативные навыки, ведение переговоров, взаимодействие с клиентами.
5. Аналитическое мышление.
6. Оперирование цифровыми данными (работа с базами данных, анализ больших данных).
7. Работа с автоматизированными системами мониторинга, контроля и управления.
8. Владение методами защиты информации.
9. Машинное обучение.
10. Управление техническими средствами передвижения категории «В», «С», «D», «Е».

Следует отметить, что компетенции «Коммуникативные навыки», «Ведение переговоров», «Взаимодействие с клиентами» отнесены к одному пункту, так как они являются составляющей коммуникативной компетентности. Таким же образом объединены навыки «Работа с базами данных» и «Анализ больших данных», отражающие разные функции компетенции по оперированию цифровыми данными.

4. Заключение

Система профессиональной подготовки сотрудников МЧС России вынуждена оперативно реагировать на трансформацию экономики, цифровизацию образования и меняющиеся запросы общества, используя для этого новейшие цифровые инструменты и актуализируя профессиональные компетенции молодых специалистов.

¹ Расшифровка символов: н — надзорная деятельность, о — отделы и службы, п — пожарно-спасательная часть (отряд), у — управление, э — судебная экспертиза.

Качество образования не только влияет на уровень профессиональных компетенций выпускников вуза, но и определяет вектор дальнейшего развития системы МЧС России и безопасности жизни каждого члена общества. Государственные программы модернизации сферы образования направлены на качественную трансформацию системы обучения будущих профессионалов, однако интеграция цифровых технологий в процесс профессиональной подготовки по-прежнему требует пристального научного внимания и сопровождения.

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о значимости и востребованности цифровых компетенций в профессиональной деятельности сотрудников различных подразделений МЧС России, что определяет необходимость модернизации профессиональной подготовки в условиях цифровой экономики и внедрения цифровых технологий как нового орудия труда.

Список источников / References

1. Байбородова Л. В., Тамарская Н. В. Трансформация дидактических принципов в условиях цифровизации образования. *Педагогика*. 2020;(7):22–30. EDN: XСJZJS. [Bayborodova L. V., Tamarская N. V. Transformation of didactic principles in the conditions of digitalization of education. *Pedagogika*. 2020;(7):22–30. (In Russian.) EDN: XСJZJS.]
2. Груздев М. В., Тарханова И. Ю. Новая дидактика педагогического образования: ответ на вызовы современности. *Тенденции развития образования: как спланировать и реализовать эффективные образовательные реформы. Материалы XVII ежегодной Международной научно-практической конференции*. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС; 2020:23–30. EDN: ACCINA. [Gruzdev M. V., Tarkhanova I. Yu. New didactics of pedagogical education: A response to the challenges of modernity. *Educational Development Trends: How to Plan and Implement Effective Educational Reforms. Proc. 17th Annual Int. Scientific and Practical Conf.* Moscow, Publishing House “Delo” RANEPА; 2020:23–30. (In Russian.) EDN: ACCINA.]
3. Харламова Е. В., Литвин А. А., Ильин О. В. Формирование цифровых компетенций при подготовке специалистов в области гражданской защиты на гуманитарном факультете АГЗ МЧС России. *Информационные технологии в сфере РСЧС и ГО. Сборник трудов секции № 11 XXXII Международной научно-практической конференции «Предотвращение, спасение, помощь»*. Химки: Академия гражданской защиты МЧС России; 2022:214–219. EDN: NPWWXD. [Kharlamova E. V., Litvin A. A., Ilyin O. V. Formation of digital competencies in the training of specialists in the field of civil protection at the humanitarian faculty of the Civil Defense Academy EMERCOM of Russia. *Information Technologies in the field of RSChS and Civil Defense. Proc. of Section No 11 of 32th Int. Scientific and Practical Conf. “Prevention, Rescue, Assistance”*. Khimki, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia; 2022:214–219. (In Russian.) EDN: NPWWXD.]
4. Данкова Ж. Ю., Марченко О. К. К вопросу о формировании цифровых компетенций в вузе: анализ возможностей на примере направления 38.03.04 «Государственное и муниципальное управление». *ГосРег: Государственное регулирование общественных отношений*. 2023;(4(46)):108–115. EDN: XYVGQG. [Dankova Zh. Yu., Marchenko O. K. On the issue of developing digital competencies at a university: Analysis of opportunities using the example of direction 38.03.04 “State and municipal management”. *GosReg: Gosudarstvennoye Regulirovaniye Obshchestvennykh Otnosheniy*. 2023;(4(46)):108–115. (In Russian.) EDN: XYVGQG.]
5. Ходатенко Е. Н., Баранник А. Ю. Центр компетенции в области робототехники МЧС России. *Технологии гражданской безопасности*. 2021;18(2):63–66. EDN: OARFFZ. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.2.68.11.63. [Khodatenko E. N., Barannik A. Y. Competence center in the field of robotics of the EMERCOM of Russia. *Tekhnologii Grazhdanskoй Bezopasnosti*. 2021;18(2):63–66. (In Russian.) EDN: OARFFZ. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.2.68.11.63.]
6. Дали Ф. А. Применение современных информационных технологий в системе управления силами и средствами МЧС России. *Инфокоммуникационные технологии*. 2021;19(4):473–479. EDN: IONNSM. DOI: 10.18469/ikt.2021.19.4.11. [Dali F. A. Application of modern information technologies in the power and equipment management system of the EMERCOM of Russia. *Infokommunikacionnyye Tehnologii*. 2021;19(4):473–479. (In Russian.) EDN: IONNSM. DOI: 10.18469/ikt.2021.19.4.11.]
7. Малый И. А., Булгаков В. В., Шарбанова И. Ю. Цифровая пожарно-спасательная часть: новый уровень организации подготовки курсантов МЧС. *Открытое образование*. 2022;26(1):4–12. EDN: KAFNCJ. DOI: 10.21686/1818-4243-2022-1-4-12. [Malyj I. A., Bulgakov V. V., Sharabanova I. Yu. Digital fire and salvage unit: A new level of training for EMERCOM cadets. *Open Education*. 2022;26(1):4–12. EDN: KAFNCJ. DOI: 10.21686/1818-4243-2022-1-4-12.]
8. Eltemerov A. A., Fedorova S. N. The use of digital technologies in the professional training of cadets. *Journal of Physics: Conference Series. Proc. 1st Int. Sci. Conf. “ASEDU-2020: Advances in Science, Engineering and Digital Education”*. Krasnoyarsk, IOP Publishing Limited; 2020;1691:12214. EDN: DFJJDF. DOI: 10.1088/1742-6596/1691/1/012214.
9. Сушанский А. С., Филькова В. Н. Анализ применения цифровых технологий в деловой оценке персонала в Главном управлении МЧС России по Московской области. *ГосРег: Государственное регулирование общественных отношений*. 2020;(4(34)):139–150. EDN: NMTTGM. [Sushansky A. S., Filkova V. N. Analysis of the use of digital technologies in business assessment of personnel in the main department of the EMERCOM of Russia in the Moscow region. *GosReg: Gosudarstvennoye Regulirovaniye Obshchestvennykh Otnosheniy*. 2020;(4(34)):139–150. (In Russian.) EDN: NMTTGM.]
10. Пшеничная П. В., Сушанский А. С. Анализ использования ЭИОС в образовательной деятельности Академии гражданской защиты МЧС России. *ГосРег: Государственное регулирование общественных отношений*. 2021;(1(35)):125–132. EDN: EYXQRT. [Pshenichnaya P. V., Sushansky A. S. Analysis of the use of EIEE in the educational activities of the Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia. *GosReg: Gosudarstvennoye Regulirovaniye Obshchestvennykh Otnosheniy*. 2021;(1(35)):125–132. (In Russian.) EDN: EYXQRT.]
11. Голубева М. С., Горячев А. А., Шубина А. В. Разработка предложений по совершенствованию ведения электронного портфолио обучающегося в АГЗ МЧС России (на примере студентов, обучающихся по направлению подготовки «Государственное и муниципальное управление»). *ГосРег: Государственное регулирование общественных отношений*. 2019;(3(29)):83–90. EDN: ADWWXD. [Golubeva M. S., Goryachev A. A., Shubina A. V. Development of proposals for improving the maintenance of the electronic portfolio of a student at the Civil Defence Academy of

EMERCOM of Russia (using the example of students studying in the field of training “State and Municipal Management”). *GosReg: Gosudarstvennoye Regulirovaniye Obshchestvennykh Otnosheniy*. 2019;(3(29)):83–90. (In Russian.) EDN: ADWWXD.]

12. Эльтемеров А. А., Федорова С. Н. Цифровые компетенции курсантов вузов Министерства чрезвычайных ситуаций России. *Научно-педагогическое обозрение*. 2021;(3(37)):64–71. EDN: FWFBBW. DOI: 10.23951/2307-6127-2021-3-64-71.

[El'temerov A. A., Fedorova S. N. Digital competencies of cadets of universities of the Ministry of emergency situations of Russia (of the EMERCOM of Russia). *Pedagogical Review*. 2021;(3(37)):64–71. (In Russian.) EDN: FWFBBW. DOI: 10.23951/2307-6127-2021-3-64-71.]

13. Кошелев П. Е. PEST-анализ и возможности его использования в процессе прогнозирования и планирования деятельности образовательных организаций (на примере деятельности АГЗ МЧС России в сфере цифрового развития, часть 1). *ГосРег: Государственное регулирование общественных отношений*. 2023;(3(45)):47–54. EDN: АХРЈТА.

[Koshelev P. E. PEST analysis and the possibilities of its use in the process of forecasting and planning the activities of educational organizations (based on the example of the activities of the Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia in the field of digital development, part 1). *GosReg: Gosudarstvennoye Regulirovaniye Obshchestvennykh Otnosheniy*. 2023;(3(45)):47–54. (In Russian.) EDN: АХРЈТА.]

14. Озарчук Д. В., Мудрова Е. Б. Проблемы и перспективы профессионального развития специалистов МЧС России для цифровой экономики. *Экономика и индустрия 5.0 в условиях новой реальности (ИНПРОМ-2022)*. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с зарубежным участием. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС; 2022:786–790. EDN: ЕЕКЕСФ. DOI: 10.18720/IEP/2022.1/222.

[Ozarchuk D. V., Mudrova E. B. Problems and prospects of professional development of specialists of the EMERCOM of Russia for the digital economy. *Economy and Industry 5.0 in the New Reality (INPROM-2022)*. Proc. All-Russian Scientific and Practical Conf. with Foreign Participation. Saint Petersburg, POLYTEKH-PRESS; 2022:786–790. EDN: ЕЕКЕСФ. DOI: 10.18720/IEP/2022.1/222.]

15. Шевель П. П. Формирование проблемного поля исследования цифровизации учебного процесса в ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России» по гуманитарным направлениям подготовки. *Сборник трудов конференции — Одиннадцатого дня научного творчества по государственному и муниципальному управлению*. Химки: Академия гражданской защиты МЧС России; 2022:161–170. EDN: FBTTOE.

[Shevel P. P. Formation of problem field of study of digitalization of educational process at Civil Defence Academy EMERCOM of Russia in humanitarian areas of training. *Proc. Conf. — Eleventh Day of Scientific Creativity on State and Municipal Management*. Khimki, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia; 2022:161–170. (In Russian.) EDN: FBTTOE.]

16. Королева Е. С. Требования ФГОС и работодателей к перечню профессиональных компетенций сотрудников

структуры МЧС: точки соприкосновения и расхождения. *Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств*. 2023;(4):187–195. EDN: НХЕТQH.

[Koroleva E. S. Requirements of the federal state educational standard and employers for the list of professional competencies of employees of the Ministry of emergency situations: Points of contact and discrepancies. *Vestnik Kazanskogo Gosudarstvennogo Universiteta Kul'tury i Iskusstv*. 2023;(4):187–195. (In Russian.) EDN: НХЕТQH.]

17. Назарова О. М., Сайфетдинова М. К., Гарькин И. Н. Готовность к риску: необходимые компетенции подготовки сотрудников МЧС. *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. 2022;11(2):137–142. EDN: ZUUYSW. DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0024.

[Nazarova O. M., Sayfedinova M. K., Garkin I. N. Risk-taking: Necessary competencies for the training of emergency personnel. *XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present Plus*. 2022;11(2):137–142. (In Russian.) EDN: ZUUYSW. DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0024.]

18. Селеменова Т. А., Лаушкин А. А. Практико-ориентированные задачи как средство формирования компетенций в вузе ГПС МЧС России. *Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева; 2022:161–164. EDN: FTLKFB.

[Selemeneva T. A., Laushkin A. A. Practice-oriented tasks as a means of forming competencies at the University of State fire service of EMERCOM of Russia. *Fire Safety: Modern Challenges. Problems and Solutions. Proc. All-Russian Scientific and Practical Conf.* Saint Petersburg, Saint-Petersburg University of State Fire Service of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters named after the Hero of the Russian Federation, Army General E. N. Zinichev; 2022:161–164. (In Russian.) EDN: FTLKFB.]

Информация об авторе

Эльтемеров Аксар Альбертович, старший преподаватель кафедры физической подготовки и спорта, Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7839-5039>; *e-mail*: aksarus@mail.ru

Information about the author

Aksar A. Eltemerov, Senior Lecturer at the Department of Physical Training and Sports, The State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7839-5039>; *e-mail*: aksarus@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 06.04.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 15.05.24.

Принята к печати / Accepted: 21.05.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-86-95

АНАЛИЗ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО СОЗДАНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ВИДЕО У СТУДЕНТОВ РАЗНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ*

Г. Н. Чусавитина¹ ✉, Н. Н. Зеркина¹, Л. А. Кагарманова¹¹ *Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия*✉ gala_m27@mail.ru

Аннотация

В современной науке принято считать, что видеформат эффективнее по сравнению с другими формами подачи материала. Использование видеоконтента в образовательных целях соответствует физиологии человека, актуально и педагогически обоснованно. На базе анализа научной литературы и личного профессионального опыта педагогов и разработчиков цифровых образовательных ресурсов авторы делают вывод о необходимости формирования компетенций в сфере создания и применения видеоконтента у студентов университета разных направлений подготовки и представляют модель данных компетенций.

С целью всестороннего и актуального анализа сформированности у студентов университета компетенций в сфере применения и создания образовательного видеоконтента и имеющегося у них опыта по разработке образовательного видео был инициирован проект, в рамках которого обучающиеся создавали образовательное видео, а затем заполняли анкету, где оценивали не только функции видеоконтента в образовании, но и личный опыт создания видео и собственные компетенции. Анкеты студентов представляют богатый материал для количественного и качественного анализа сформированности компетенций, необходимых для создания образовательного видео.

Представленные результаты могут иметь практический интерес для тех преподавателей образовательных организаций, которые планируют создавать видеоконтент и применять его для повышения эффективности и качества образования, а также осуществлять формирование соответствующих компетенций у обучающихся.

Ключевые слова: цифровые образовательные технологии, видеоконтент, видеоматериалы, аудиовизуальные материалы, образовательное видео, компетенции в сфере применения и разработки образовательного видео.

Для цитирования:

Чусавитина Г. Н., Зеркина Н. Н., Кагарманова Л. А. Анализ сформированности компетенций по созданию и использованию образовательного видео у студентов разных направлений подготовки. *Информатика и образование*. 2023;39(3):86–95. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-86-95.

ANALYZING COMPETENCIES IN CREATING AND USING EDUCATIONAL VIDEOS IN STUDENTS OF DIFFERENT EDUCATIONAL PROGRAMS

G. N. Chusavitina¹ ✉, N. N. Zerkina¹, L. A. Kagarmanova¹¹ *Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, Russia*✉ gala_m27@mail.ru

Abstract

In modern science, it is generally accepted that the video format is more effective than other forms of presentation. Video content for educational purposes corresponds to human physiology, is on-trend and pedagogically proven. The authors analyze the scientific literature and personal professional experience of teachers and educational resources developers, and conclude that it is necessary to form competencies in the sphere of video content creation and application in university students of different educational programs, and present a model of these competencies.

To obtain a comprehensive and up-to-date point of view regarding the formation of university students' competencies in the sphere of application and creation of educational video content and their experience in developing educational videos, a project was initiated in which students created an educational video and then filled out a questionnaire where they evaluated not only the features of video content in education but also their personal experience of video creation and their competencies. The students' questionnaires

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИЖО: https://infojournal.ru/journals/info/info_03-2024/

provide a rich material for quantitative and qualitative analysis of the formation of competencies that are necessary for creation of educational videos.

The presented results may be of practical interest to teachers of educational organizations planning to create video content and apply it to improve the efficiency and quality of education, as well as to implement the formation of relevant competencies in students.

Keywords: digital educational technologies, video content, video materials, audiovisual materials, educational video, competencies in the field of application and development of educational video.

For citation:

Chusavitina G. N., Zerkina N. N., Kagarmanova L. A. Analyzing competencies in creating and using educational videos in students of different educational programs. *Informatics and Education*. 2023;39(3):86–95. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-86-95.

1. Введение

Цифровые образовательные технологии используются уже на протяжении нескольких десятилетий. Но если в допандемийный период это происходило неравномерно и эпизодически, то пандемия заставила посмотреть на них как на массовый образовательный инструмент. По результатам исследования, проведенного в мае 2020 года британской аналитической компанией Fosway¹, применение образовательного видеоконтента во время пандемии COVID-19 было наиболее востребованной образовательной технологией.

E. Dale и J. S. Chall, исследовавшие использование аудиовизуальных материалов в обучении, в статье «A formula for predicting readability» [1], опубликованной в 1948 году, определили, что степень освоения материала обучающимися напрямую зависит от способа обучения:

- чтение приводит к освоению 10 % учебного содержания;
- слушание — 20 %;
- просмотр визуальных материалов — 30 %;
- системное прослушивание и просмотр практической демонстрации — до 50 %.

¹ How is COVID-19 changing learning? *Fosway Group*. https://www.fosway.com/wp-content/uploads/2020/06/Fosway-COVID-19-LD-Impact-2020_Final.pdf

Таким образом, классическая лекция — это наименее эффективный метод обучения, обеспечивающий освоение всего лишь 20–30 % изложенной информации [1].

Результаты современных аналитических отчетов (платформы Digital Information World², ассоциации специалистов по обучению и помощи талантам ATD³, независимой некоммерческой корпорации Harvard Business Publishing Education⁴ и коммерческой компании Kaltura, производящей видео для предприятий, поставщиков услуг и образовательных учреждений⁵) подтверждают, что **видеоформат эффективнее по сравнению с другими способами подачи материала, например текстом, статическими изображениями, аудио и т. д.** (рис. 1).

² Ahmad I. 25+ stats that prove 2017 is the year of video marketing — infographic. *Digital Information World*. 13.12.2016. <https://www.digitalinformationworld.com/2016/12/infographic-video-marketing-statistics-2017.html>

³ Video for learning: Engaging, reaching, and influencing. *ATD*. October 2020. <https://www.td.org/learning-video-report>

⁴ Online learning report: COVID-19 pulse survey. *Harvard Business Publishing Education*; 2020. 19 p. <https://surl.li/ppmon>

⁵ The state of video in education 2020. *Kaltura*, 2020. 38 p. <https://corp.kaltura.com/resources/industry-reports/the-state-of-video-in-education-2020/>

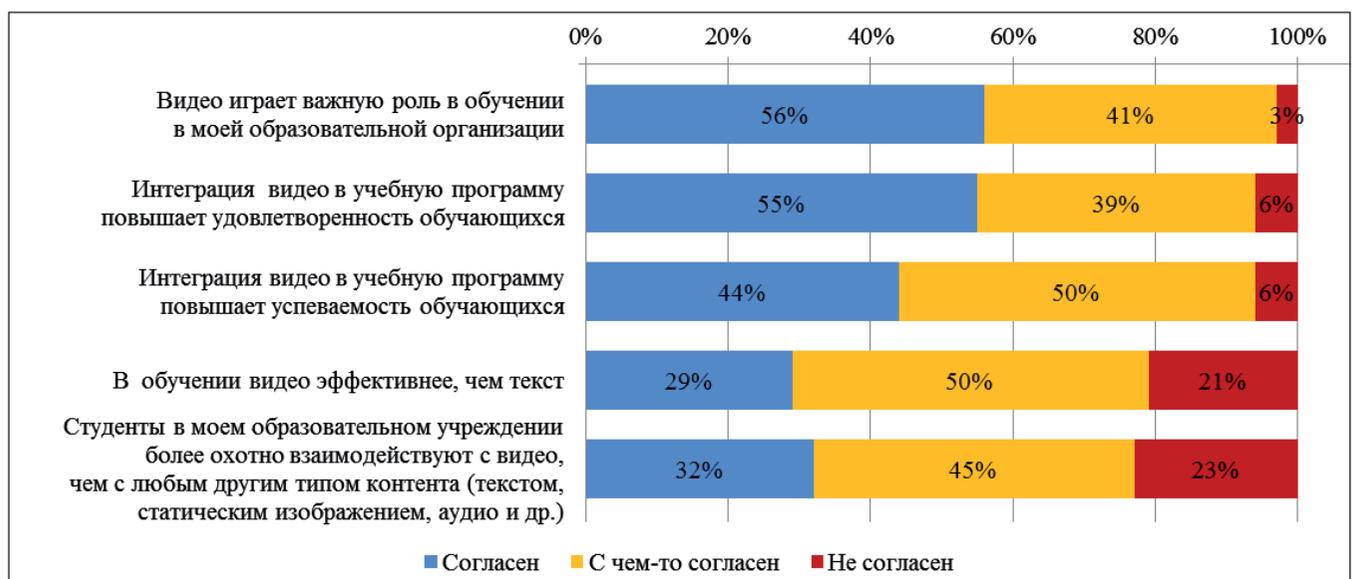


Рис. 1. Влияние видеоинструментов на обучающихся. Результаты исследования компании Kaltura

Fig. 1. The influence of video tools on students. Kaltura's research results

В педагогике не существует устоявшегося определения термина «образовательное видео». В статье **Т. В. Сапрыкиной, Т. В. Ушаковой «Применение видеоконтента в образовательном процессе»** [2] видео, используемое в процессе обучения, понимается как «один из видов технических средств обучения, обеспечивающий функцию передачи информации, а также получения обратной связи в процессе ее восприятия и усвоения с целью последующего развития у обучающихся тех или иных навыков и компетенций». В нашем исследовании под образовательным видео будем понимать видеоматериалы, созданные для целей образования и самообразования, которые могут содержать лекции, презентации, уроки, тренинги, курсы и т. д., и доступные как онлайн, так и на цифровых носителях (например, DVD).

Образовательное видео разнообразно по видам и форматам. Приведем некоторые примеры:

- фрагменты художественных, документальных, научно-популярных фильмов, телепередач [3, 4];
- профессиональные учебные фильмы;
- студийные и натурные видеолекции [4, 5];
- прямой эфир видеотрансляций [6];
- записи учебных мероприятий (вебинаров, видеоконсультаций, видеоконференций, мастер-классов, онлайн-тренингов и др.) [4, 7];
- интерактивное видео¹ [8, 9];
- видеоинфографика, анимационное видео, видеокомиксы, видеоскрайбинг [10, 11];
- VR-фильмы, 3D-визуализации [12];
- скринкасты;
- видеоподкасты [13];
- псевдовидео (слайд-шоу из медиафайлов) и др.

Образовательный видеоконтент может быть опубликован на цифровых носителях или размещен в интернете на различных видеоплатформах, в социальных сетях, на веб-сайтах, на платформах онлайн-курсов и образовательных программ.

Вопросам повышения эффективности и качества обучения за счет визуального представления изучаемого материала уделяют большое внимание как отечественные ученые в области педагогики и психологии [14, 15], так и зарубежные [4, 6]. В ряде исследований [16] представлены обобщение и анализ исторического опыта по использованию образовательного видеоконтента в учебно-воспитательном процессе отечественных и зарубежных образовательных учреждений.

Упоминания о первых учебных фильмах датируются 1897 годом, а в начале XX века многие государства начинают централизованное производство обучающих фильмов для образовательных учреждений [16].

Рассматривая современный период развития образовательного видео, **M. Noetel, Sh. Griffith, O. Delaney и соавторы** в статье «**Video improves learning in higher**

education: A systematic review» [4] на основе анализа множества научных публикаций, посвященных эффективности применения учебного видео, делают вывод об актуальности создания и активного использования видео как современного учебно-воспитательного средства, применяемого для полноценного развития обучающихся в условиях цифровой образовательной среды.

Т. В. Сапрыкина и Т. В. Ушакова в статье «**Применение видеоконтента в образовательном процессе»** [2] подчеркивают, что «видеоинформация воздействует на эмоциональном уровне, создает высокую степень мотивации и, как следствие, способствует эффективному усвоению новой учебной информации». Кроме того, авторы формулируют основные условия, определяющие эффективность использования видеоконтента в процессе обучения.

Н. А. Захарченко и Т. В. Карелова в статье «**Интерфейс как перспективный способ презентации видеоинформации»** [17] отмечают, что включение развлекательных элементов в видео и использование приемов геймификации способствуют более быстрому усвоению и пониманию сложной, в том числе и научной, информации.

Компетенциями по созданию образовательного видео важно владеть специалистам разных направлений подготовки, не только будущим педагогам, но и будущим ИТ-специалистам, поскольку видео, используемое в профессиональной деятельности:

- повышает эффективность общения;
- расширяет аудиторию (видео может быть использовано для привлечения новой аудитории, в том числе клиентов, распространения знаний и опыта, а также установления авторитета в своей области);
- является обучающим материалом (например, инструкцией для пользователей, клиентов или коллег);
- дает возможность развивать личный бренд и лидерские качества;
- развивает коммуникативные навыки;
- дает возможность монетизации (как на платформах для онлайн-обучения, так и на стримингах видеоконтента).

Однако выпускники университета не в полной мере подготовлены к использованию потенциала образовательного видео в своей профессиональной деятельности. Так, в исследовании **Р. Ю. Новоселова и Л. И. Саввы «Педагогическая модель процесса формирования готовности будущего педагога к проектированию образовательного видеоконтента»** [18] отмечается низкий уровень готовности будущих специалистов к проектированию образовательного видеоконтента как современного образовательного средства. Авторы предлагают педагогическую модель процесса формирования готовности будущего педагога к проектированию данного контента на базе специального курса по созданию и использованию видео.

В работе **В. Ю. Грушевой «Система изучения методов создания и использования учебного видео в педагогическом вузе»** [14] подчеркивается необ-

¹ Интерактивное видео — инновационный формат видеоматериала, который позволяет зрителю взаимодействовать с контентом, выбирать направление сюжета, отвечать на вопросы и выполнять действия, изменяющие ход видеоролика.

ходимость подготовки студентов к созданию и использованию учебного видео. Автор показывает, как изучение законов визуального восприятия, освоение базовых эстетических и технологических принципов и приемов создания видеофильмов формирует у будущих педагогов умение не только создавать цифровое видео с помощью разных технологических решений, но и использовать видеоматериалы для достижения целей обучения.

Таким образом, **формирование у будущих специалистов компетенций в сфере применения и создания образовательных видеоматериалов является актуальной задачей обучения в университете.**

Целью исследования, представленного в статье, было определить цифровые компетенции, необходимые для создания учебного видео, проанализировать их сформированность у студентов Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова (МГТУ им. Г. И. Носова), участвовавших в проекте по созданию образовательного видеоконтента, на материале итогового продукта, а также по результатам опроса участников, направленного на выявление самооценки степени важности и наличия указанных компетенций.

2. Исследование сформированности цифровых компетенций у студентов

2.1. Компетенции, необходимые для создания образовательного видео: формулировка и способ исследования

На основе анализа научной литературы, а также нашего профессионального опыта педагогов и разработчиков цифровых образовательных ресурсов мы сделали вывод о том, что для **эффективного создания цифрового видео и использования его потенциала в образовательном процессе будущий специалист должен овладеть следующими компетенциями (К):**

К1. Способен использовать готовые видеоматериалы.

К2. Способен самостоятельно разрабатывать образовательный видеоконтент, в том числе и на иностранных языках.

К3. Способен создавать интерактивные, визуальные элементы для видеоконтента (опросы, тесты, анимацию, графику, иллюстрации и т. д.).

К4. Способен выбирать методы и формы подачи видеоматериала, адаптировать видео для разных возрастных групп и уровней знаний.

К5. Способен управлять проектами по созданию образовательного видео (уметь планировать, организовывать и реализовывать проекты по созданию образовательного видео, координировать работу команды и общаться с заказчиками и другими заинтересованными сторонами и др.).

К6. Способен распространять и продвигать созданный видеоконтент с использованием современных информационных технологий и с учетом потребностей аудитории и ее предпочтений.

К7. Способен обращаться с аудиовизуальным оборудованием, решать технические проблемы, связанные с созданием и распространением видеоконтента, а также обеспечивать его безопасность и защиту данных.

К8. Способен анализировать данные и статистику просмотров видеоконтента для определения эффективности его применения и улучшения качества.

С целью получения всесторонней и актуальной информации относительно сформированности у будущих специалистов, обучающихся в университете, компетенций в сфере применения и создания образовательного видеоконтента и имеющегося у них опыта по разработке образовательного видео нами был инициирован **проект, посвященный изучению следующих вопросов:**

1. Какие компетенции в сфере создания и использования потенциала видео в образовании студенты бакалавриата считают наиболее важными?
2. Как обучающиеся оценивают уровень сформированности своих компетенций в сфере создания и применения видеоконтента?
3. Имеется ли у студентов опыт создания видеоконтента, в том числе интерактивного?
4. Как студенты воспринимают личный опыт создания цифрового видео?
5. Какое программное и аппаратное обеспечение используется студентами при создании собственного видео?
6. С какими проблемами сталкивались студенты в процессе производства цифрового контента?

2.2. Проект: алгоритм и условия работы

В рамках исследования, проходившего в 2021–2023 годах, мы предложили студентам бакалавриата, обучающимся в МГТУ им. Г. И. Носова (в Институте гуманитарного образования, Институте энергетики и автоматизированных систем, Институте естествознания и стандартизации), создать короткое цифровое образовательное видео на любую тему (заданную или свободную).

Первоначально термин «цифровой образовательный видеоконтент» был объяснен студентам с опорой на академическую теорию и примеры, а затем были освещены программно-технические аспекты и даны ответы на все вопросы, возникшие у участников проекта.

Студенты создавали собственное образовательное видео по следующему алгоритму.

1. Осуществите выбор темы из списка, предложенного преподавателями¹, или выберите свою тему.
2. Определите цели и задачи.
3. Проведите подготовительную работу по теме, изучите материалы, соберите информацию и проанализируйте ее.

¹ С примерами тем можно ознакомиться в Приложении 2 в дополнительных материалах к статье на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_03-2024/

4. Определитесь с используемым аппаратным и программным обеспечением.
5. Напишите сценарий видеоролика (видеоурока), определите структуру и последовательность материала.
6. Создайте план съемок и подготовьте необходимое программно-аппаратное обеспечение.
7. Проведите съемки, запишите материалы и звук (для участия в съемках можно привлекать экспертов, профильных специалистов и др.).
8. Подготовьте и добавьте в видео элементы интерактивности (опросы, тесты, головоломки, комментарии, конкурсы, дополнительные материалы и др.), необходимые эффекты и анимацию (статическое и/или динамическое изображение, 2D- и 3D-визуализацию объектов, фотографии, панорамные изображения, картографические данные, таблицы, диаграммы, графики-схемы проектов, чертежи объектов и др.).
9. Обработайте полученный материал, смонтируйте видео.
10. Добавьте аудиотрек и создайте подходящие заголовки и описания для видео.
11. Проверьте качество видеоконтента и внесите необходимые изменения.
12. Экспортируйте видео в нужный формат и опубликуйте видео на платформах (в том числе на образовательном портале вуза¹).
13. Проведите презентацию созданного видео.

Работа по информированию студентов, организации обратной связи, предоставлению им рекомендаций и пр. проходила на образовательном портале МГТУ им. Г. И. Носова.

Студентам было предложено использовать оборудование профессиональной студии самозаписи, которая была создана в МГТУ им. Г. И. Носова в 2021 году. Студия самозаписи оснащена современным оборудованием для создания образовательного видеоконтента:

- 2 компьютера (для аудио- и видеомикширования, для суфлера);
- 2 карты захвата изображения с камеры и планшета;
- видеокамера;
- планшет;
- аудиокарта;
- петличный микрофон;
- комплект света для создания бестеневого освещения;
- рир-экран;
- специализированное программное обеспечение (бесплатное или с открытым программным кодом).

Кроме того, было разрешено использовать свои устройства (например, камеры мобильных телефо-

нов) и материалы, которые находятся в интернете в свободном доступе (с соблюдением авторского права). Во время работы над проектом студенты могли общаться друг с другом, с преподавателями и задавать вопросы как по творческой, так и по технологической части видеопроизводства.

После создания собственного видео студенты ответили на 17 вопросов анкеты: 11 закрытых и 6 открытых².

3. Результаты проекта и анализ сформированности цифровых компетенций, необходимых для создания образовательного видео

Студенты, проходящие подготовку по направлению 44.03.05 «Педагогическое образование» (профили «Информатика и экономика», «Математика и информатика»), создали видеоролики по теме «Современные профессии в сфере ИКТ, которые можно получить, обучаясь в МГТУ им. Г. И. Носова». Данные ролики в дальнейшем использовались в ходе педагогической практики и при проведении профориентационной работы с будущими абитуриентами университета.

Обучающиеся направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» (профиль «Разработка компьютерных игр и AR/VR-приложений (виртуальной/дополненной реальности)») выбрали темы, связанные с популяризацией применения технологий виртуальной и дополненной реальности (VR/AR-технологий)³.

Студенты направлений подготовки 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника», 08.03.00 «Техника и технологии строительства», 13.03.00 «Электро- и теплотехника» и др., изучающие английский язык на кафедре иностранных языков по техническим направлениям, создавали видеоролики, которые затем использовались при организации и проведении внеурочного мероприятия на английском языке «Happy Birthday University!», посвященного дню рождения университета. Обязательным условием было создание текста на английском языке с использованием специальной ситуативно-обусловленной, эмоционально окрашенной лексики [19]. Таким образом, наряду с формированием компетенций в сфере создания видеоконтента у студентов формировались лингвистические, иноязычные компетенции.

Отметим также, что для создания контента студенты использовали, среди прочего, сервисы искусственного интеллекта для генерации изображений, текста, музыки и т. п. На рисунке 2 представлены

¹ Образовательный портал МГТУ им. Г. И. Носова. <https://newlms.magtu.ru/>

² С вопросами анкеты можно ознакомиться в Приложении 1 в дополнительных материалах к статье на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_03-2024/

³ С темами можно ознакомиться в Приложении 2 в дополнительных материалах к статье на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_03-2024/

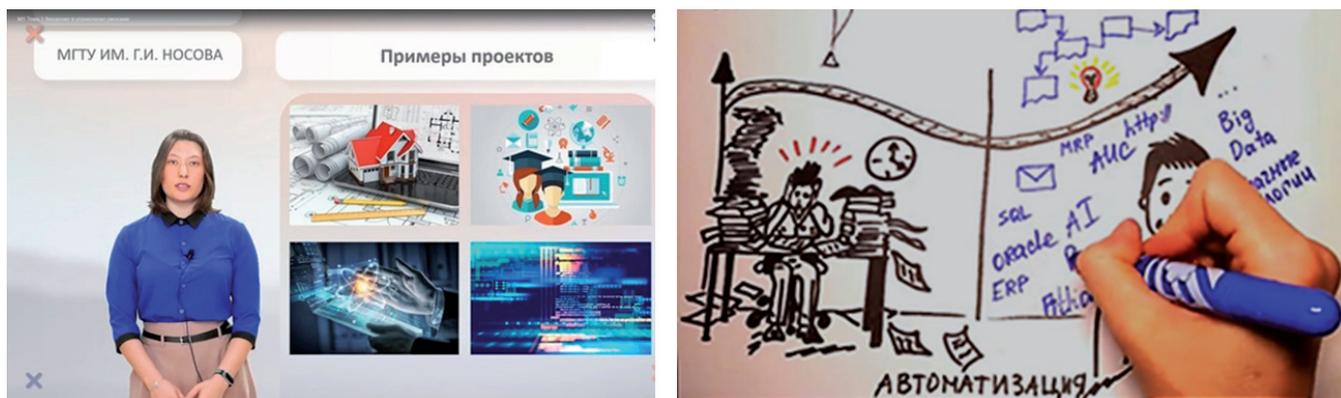


Рис. 2. Примеры скриншотов видеоконтента, созданного студентами

Fig. 2. Examples of screenshots of video content created by students

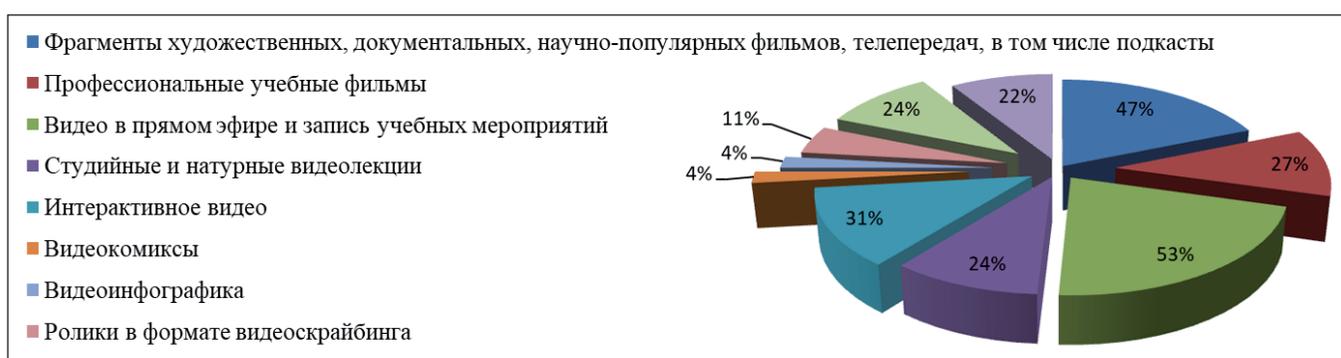


Рис. 3. С какими видами видеоконтента вы работали во время обучения?

Fig. 3. What types of videocontent did you work with during your training?

скриншоты видео, созданных студентами в ходе реализации проекта.

Часто используемыми формами видеоконтента, с которыми студенты работали во время обучения, являются (рис. 3):

- видео в прямом эфире и запись учебных мероприятий (вебинаров, видеоконсультаций, видеоконференций, мастер-классов и др.) — 53 %;
- фрагменты художественных, документальных, научно-популярных фильмов, телепередач, в том числе видеоподкасты, — 47 %.

Одним из требований к создаваемому видео было применение интерактивных элементов. В ходе проекта большинство студентов использовали бесплатный открытый фреймворк H5P на основе HTML5. Различные элементы H5P позволяют создавать интерактивный контент, который можно встроить непосредственно в Moodle с помощью ряда шаблонов. Их адаптация не требует навыков программирования¹ [8, 9]. На рисунке 4 представлены скриншоты интерактивных элементов в обучающих видео, созданных студентами.

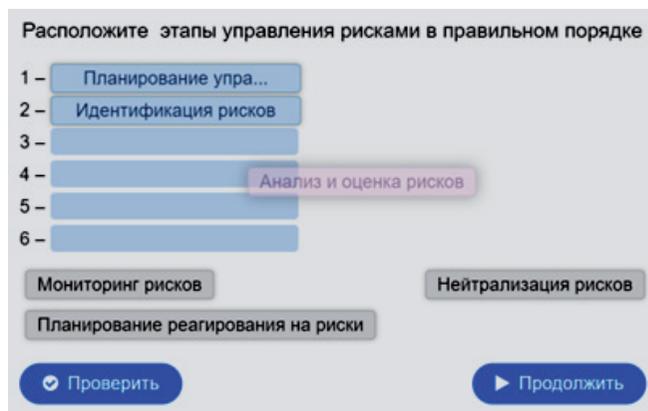
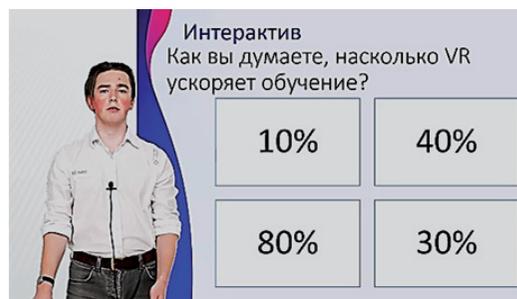


Рис. 4. Скриншоты интерактивных элементов в обучающих видео

Fig. 4. Screenshots of interactive elements in training videos

¹ С обзором основных элементов сервиса H5P можно ознакомиться в Приложении 3 в дополнительных материалах к статье на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_03-2024/

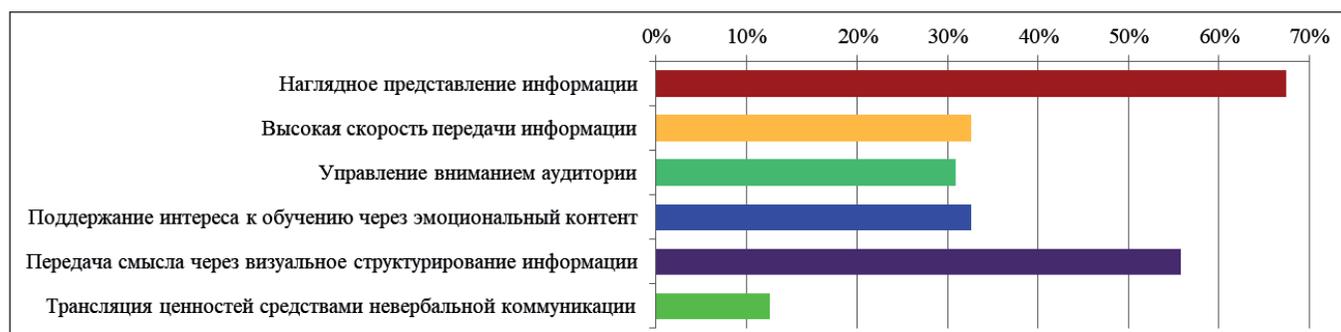


Рис. 5. Ответы студентов о функциях видео в образовательном процессе

Fig. 5. Student responses about the function of video in the educational process

По окончании видеопроизводства было проведено анкетирование участников проекта, а также количественное и качественное исследование полученных результатов.

В первой части анкеты¹ респонденты оценивали роль и функции видеоконтента в образовании, свой личный опыт работы с различными типами видео во время обучения. Большинство респондентов оценили роль использования видеоматериалов в образовании как важную (42 %) и очень важную (18 %). Результаты

были ожидаемы и прогнозируемы, поскольку все респонденты являются представителями молодого поколения, в котором видео популярно и заменяет традиционные формы коммуникации. Отвечая на вопрос о функциях, которые выполняет видео в образовательном процессе, респонденты отметили, что в первую очередь это наглядное представление информации (67 % опрошенных) и передача смысла через визуальное структурирование информации (57 %) (рис. 5).

Во второй части анкеты студенты оценивали преимущества применения интерактивного видео. Как следует из ответов обучающихся (рис. 6), наиболее значимым является то, что «видео в интерактивном формате воспринимается зрителя-

¹ С вопросами анкеты можно ознакомиться в Приложении 1 в дополнительных материалах к статье на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_03-2024/

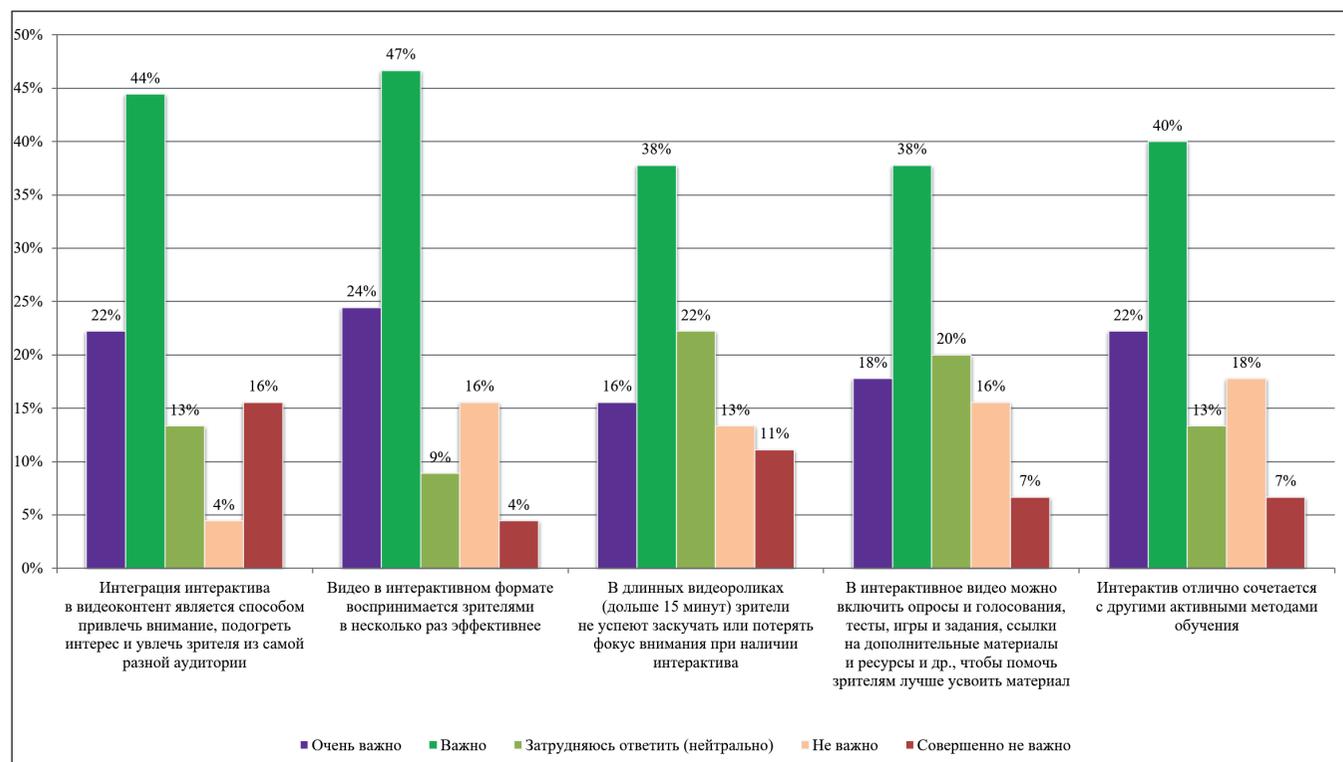


Рис. 6. Оценка преимуществ интерактивного видео

Fig. 6. Assessing the benefits of interactive video

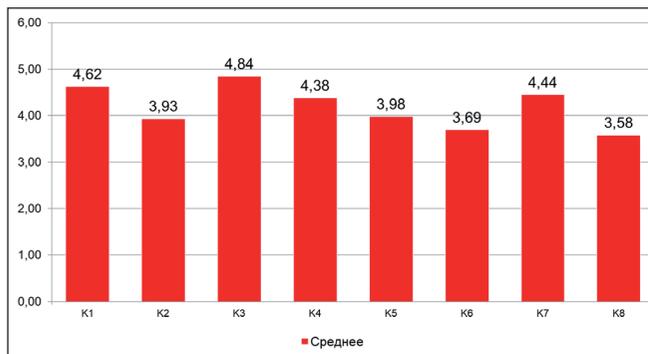


Рис. 7. Среднее значение оценки важности для педагога компетенций в сфере применения видеоконтента в образовательной деятельности

Fig. 7. The average value of importance assessment for a teacher regarding competencies in the sphere of video content application in educational activities

ми в несколько раз эффективнее», а также то, что «интеграция интерактива в видеоконтент является способом привлечь внимание, подогреть интерес и увлечь зрителя из самой разной аудитории».

В третьей части количественного опроса было необходимо оценить важность для педагога компетенций в сфере применения видеоконтента в образовательной деятельности. В закрытом вопросе студентам предлагалось оценить указанные компетенции по пятибалльной шкале, где 1 — «совсем не важно», 5 — «очень важно» (рис. 7).

Компетенции К3, К1, К7, К4 получили высокие оценки, а К8 — самую низкую. Компетенции К2, К5, К6 участники оценили как средние по важности. Поскольку студенты в основной своей массе не имели опыта профессиональной деятельности и не

знакомились с аудиовизуальными технологиями на учебных курсах, эти результаты были ожидаемы.

Интересной представляется самооценка студентами сформированности компетенций по применению видео в образовательных целях. Данные компетенции напрямую связаны с их дальнейшей работой: будучи приобретенными во время обучения, они «вернутся» в эту же сферу, но уже как профессиональные компетенции.

В ответ на просьбу оценить уровень сформированности своих компетенций в сфере применения видеоконтента в образовательной деятельности по шкале от 1 (низкий уровень) до 5 (высокий) респонденты назвали лучше всего сформированной компетенцию К1: «Способен использовать готовые видеоматериалы» (рис. 8). Очевидно, что способность пользоваться готовыми видеоматериалами превалирует над способностью создавать собственные видеоматериалы, потому что подавляющее большинство студентов публикует, размещает и продвигает в социальных медиа и видеохостингах не свои видео. Оценки сформированности компетенций К5 и К8 были самыми низкими. Что касается остальных компетенций, участники оценили их сформированность не очень высоко.

Среди ответов на открытые вопросы анкеты, ориентированные на личный опыт и возможности респондентов, особого внимания и интереса заслуживают ответы, связанные с опытом производства видео (вопрос 15). Подавляющее большинство студентов заявили, что самым творческим и эмоциональным процессом является поиск идеи, разработка концепции и сценария для видео (67 %). Для остальных студентов этап подбора материала, съемки видео, озвучивания, монтажа был самым важным и интересным (87 %). Студенты отмечали, что приняли участие в этом проекте с огромным энтузиазмом и заинтересованностью.

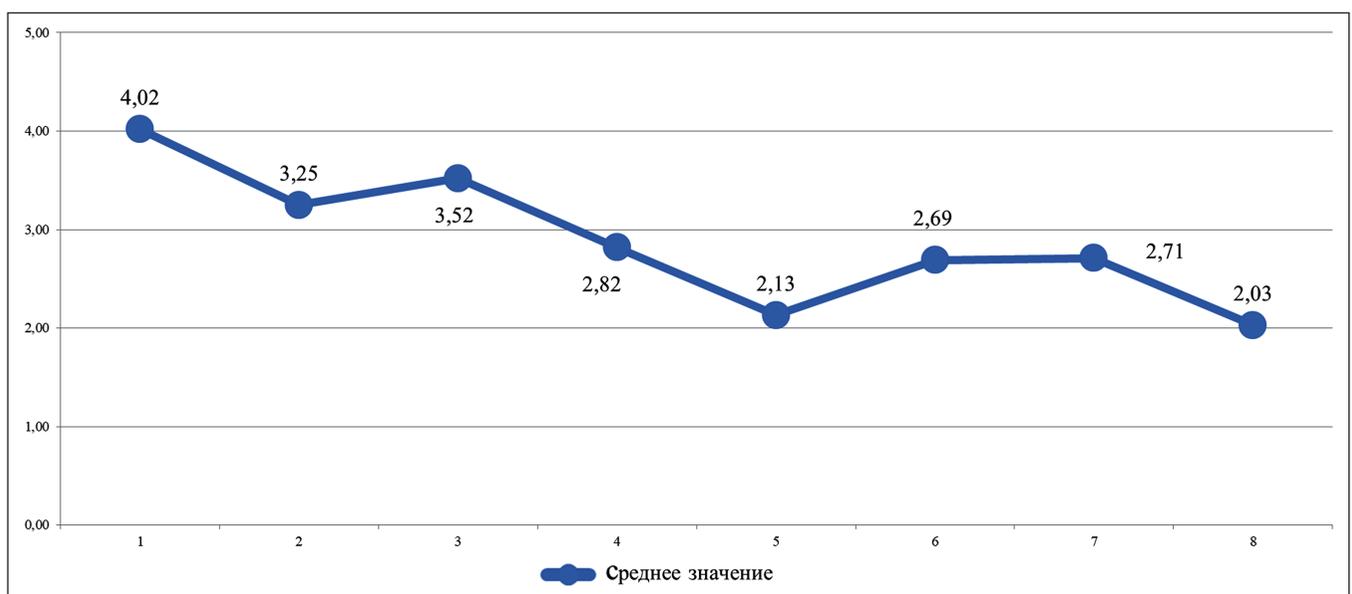


Рис. 8. Сформированность компетенций в сфере применения и разработки образовательного видеоконтента

Fig. 8. Self-estimated level of competencies in the field of application and development educational video content

Так, один из респондентов отметил, что «создание цифрового видео предоставляет студентам возможность научиться работать с различными программами и инструментами, которые могут оказаться полезными для будущей карьеры».

Респонденты указали разного рода трудности, с которыми они столкнулись во время создания видео:

- необходимость изучать новые компьютерные программы для редактирования видео;
- проблемы совместимости программного обеспечения с различными операционными системами и устройствами;
- недостаток опыта в выборе и использовании аудиовизуального оборудования (для съемок, монтажа и озвучивания);
- проблемы с техническим обслуживанием, настройкой и оптимизацией оборудования под конкретные задачи;
- вопросы, связанные с авторскими правами на использование изображений, звуков и других материалов.

Участники проекта отметили сложности, связанные с необходимостью выполнять функции сценариста, выступать перед камерой, передавать эмоции и идеи в формате видео. Создание видеороликов также требует дополнительного времени и усилий от студентов, что может вызвать негативные ощущения.

4. Заключение

Создание образовательного цифрового видеоконтента отвечает всем актуальным требованиям к организации и проведению подготовки современных специалистов, выступает как инструмент образования и воспитания, как способ организации аудиторной и внеаудиторной, в том числе воспитательной, деятельности, имеет широкий диапазон применения в практике и в научных исследованиях (как психолого-педагогических, так и технических).

Благодаря проекту по созданию студентами собственного образовательного видеоконтента удалось проанализировать, насколько у обучающихся сформированы компетенции по применению видео в образовательной деятельности и как они сами оценивают сформированность указанных компетенций.

Перспективами развития исследования являются:

- разработка модели, условий и программно-методического обеспечения формирования компетенций в сфере использования видео будущими ИТ-специалистами и педагогами;
- проведение апробации выбранных в качестве технологий обучения игровых методик, кейс-средств и индивидуальных проектов с использованием видеоконтента в системе общего образования, дополнительного образования детей, высшего образования;
- проведение констатирующего и формирующего эксперимента, направленного на проверку

эффективности разработанных модели, педагогических условий и программно-методического обеспечения формирования компетенций в сфере использования видеоматериалов будущими ИТ-специалистами и педагогами;

- обобщение и систематизация эмпирического материала, полученного в ходе научно-исследовательской работы;
- качественный и количественный анализ полученных результатов;
- формулирование выводов и рекомендаций.

Список источников/ References

1. Dale E., Chall J. S. A formula for predicting readability. *Educational Research Bulletin*. 1948;27(2):37–54.
2. Сапрыкина Т. В., Ушакова Т. В. Применение видеоконтента в образовательном процессе. *Образование. Карьера. Общество*. 2020;(4(67)):43–45. EDN: YVTBLW.
[Сапрыкина Т. В., Ушакова Т. В. Application of video content in the educational process. *Obrazovaniye. Kar'yera. Obshchestvo*. 2020;(4(67)):43–45. (In Russian.) EDN: YVTBLW.]
3. Galatsopoulou F., Kenterelidou C., Kotsakis R., Matsiola M. Examining students' perceptions towards video-based and video-assisted active learning scenarios in journalism and communication courses. *Education Sciences*. 2022;12(2):74. DOI: 10.3390/educsci12020074.
4. Noetel M., Griffith Sh., Delaney O., Sanders T., Parker Ph., Del Pozo Cruz B., Lonsdale Ch. Video improves learning in higher education: A systematic review. *Review of Educational Research*. 2021;91(2):204–236. DOI: 10.3102/0034654321990713.
5. Безгодова С. А., Васильева С. В., Микляева А. В. Организация учебного материала видеолекции: психологические критерии и факторы эффективности. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2021;23(2):415–426. EDN: WWTTMD. DOI: 10.21603/2078-8975-2021-23-2-415-426.
[Bezgodova S. A., Vasileva S. V., Miklyaeva A. V. Structuring a videolecture: Psychological criteria and efficiency factors. *Bulletin of Kemerovo State University*. 2021;23(2):415–426. (In Russian.) EDN: WWTTMD. DOI: 10.21603/2078-8975-2021-23-2-415-426.]
6. Nicolaou C. Media trends and prospects in educational activities and techniques for online learning and teaching through television content: Technological and digital socio-cultural environment, generations, and audiovisual media communications in education. *Education Sciences*. 2021;11(11):685. DOI: 10.3390/educsci11110685.
7. Wu J., Chen D.-T. V. A systematic review of educational digital storytelling. *Computers & Education*. 2020;147:103786. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103786.
8. Mir K., Iqbal M. Z., Shams J. A. Investigation of students' satisfaction about H5P interactive video on MOODLE for online learning. *International Journal of Distance Education and E-Learning*. 2021;7(1):71–82. DOI: 10.36261/ijdeel.v7i1.2228.
9. Чусавитина Г. Н., Кагарманова Л. А. Разработка интерактивного видеоконтента для профориентационного мероприятия со школьниками. *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы 80-й международной научно-технической конференции*. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова; 2022;1:414–415. EDN: QTQASV.
[Chusavitina G. N., Kagarmanova L. A. Development of interactive video content for a career guidance event with schoolchildren. *Actual Problems of Modern Science, Technology and Education: Theses of the 80th Int. Scientific and*

Technical Conf. Magnitogorsk, Nosov Magnitogorsk State Technical University; 2022;1:414–415. (In Russian.) EDN: QTQASV.]

10. Куркова Н. С. Анимационное кино и видео: азбука анимации. Учебное пособие. М.: Издательство Юрайт; 2019. 234 с. EDN: ICLNZB.

[Kurkova N. S. Animated film and video: The ABCs of animation. Textbook. Moscow, Publishing Yurajt; 2019. 234 p. (In Russian.) EDN: ICLNZB.]

11. Сакулина Ю. В. Возможности использования скрайбинг-технологии для повышения уровня усвоения теоретического материала. *Проблемы современного образования*. 2020;(4):172–180. EDN: XO AUGA. DOI: 10.31862/2218-8711-2020-4-172-180.

[Sakulina Ju. V. Potential of using scribing technology to increase the level of theoretical material mastering. *Problemy Sovremennogo Obrazovaniya*. 2020;(4):172–180. (In Russian.) EDN: XO AUGA. DOI: 10.31862/2218-8711-2020-4-172-180.]

12. Каракозов С. Д., Федорова Ю. В., Тохтуева С. Ю., Тралкова Н. В. Дидактический потенциал образовательных VR-фильмов (на примере фильма «Электроэнергетика России»). *Информатика и образование*. 2023;38(5):31–44. EDN: QHTQNK. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-5-31-44.

[Karakozov S. D., Fedorova Yu. V., Tokhtueva S. Yu., Tralkova N. V. Didactic potential of educational VR films (on the example of the film «Electric power industry of Russia»). *Informatics and Education*. 2023;38(5):31–44. (In Russian.) EDN: QHTQNK. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-5-31-44.]

13. Сахарова Е. В., Фадеева А. Д. Подкастинг как инструмент учебной деятельности. *Огарев-Online*. 2021;(11(164)):2. EDN: SOAUKQ.

[Sakharova E. V., Fadeeva A. D. Podcasting as a tool for learning activities. *Ogaryov-Online*. 2021;(11(164)):2. (In Russian.) EDN: SOAUKQ.]

14. Грушевская В. Ю. Система изучения методов создания и использования учебного видео в педагогическом вузе. *Педагогическое образование в России*. 2018;(8):69–74. EDN: XYCBDF. DOI: 10.26170/po18-08-10.

[Grushevskaya V. Yu. The system of studying methods of creating and using educational videos in pedagogical university. *Pedagogical Education in Russia*. 2018;(8):69–74. (In Russian.) EDN: XYCBDF. DOI: 10.26170/po18-08-10.]

15. Гриншкун В. В., Заславская О. Ю. Уроки пандемии: новые стратегии и технологии обучения. *Информатика и образование*. 2022;37(3):5–11. EDN: IJSRBQ. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-3-5-11.

[Grinshkun V. V., Zaslavskaya O. Yu. Pandemic lessons: New strategies and technologies of teaching. *Informatics and Education*. 2022;37(3):5–11. (In Russian.) EDN: IJSRBQ. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-3-5-11.]

16. Новоселов Р. Ю. История образовательного видеоконтента. *Гуманитарно-педагогические исследования*. 2019;3(3):12–17. EDN: JPTJPV.

[Novoselov R. Y. History of educational video content. *Humanitarian and Pedagogical Research*. 2019;3(3):12–17. (In Russian.) EDN: JPTJPV.]

17. Захарченко Н. А., Карелова Т. В. Инфотейнмент как перспективный способ презентации видеoinформации. *Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева*. 2021;1(4):102–111. EDN: SXHHTV. DOI: 10.51965/2076-7919_2021_1_4_102.

[Zakharchenko N. A., Karelova T. V. Infotainment as a promising way of presenting video information. *Vestnik Volzhskogo Universiteta im. V. N. Tatishcheva*. 2021;1(4):102–

111. (In Russian.) EDN: SXHHTV. DOI: 10.51965/2076-7919_2021_1_4_102.

18. Новоселов Р. Ю., Савва Л. И. Педагогическая модель процесса формирования готовности будущего педагога к проектированию образовательного видеоконтента. *Мир науки. Педагогика и психология*. 2020;8(2):79. EDN: RPHQV.

[Novoselov R. Yu., Savva L. I. Pedagogical model of the process of formation of the readiness of the future teacher to design educational video content. *Mir Nauki. Pedagogika i Psikhologiya*. 2020;8(2):79. (In Russian.) EDN: RPHQV.]

19. Ломкина Е. А., Кисел О. В., Зеркина Н. Н., Пикалова Е. А. ITC в лексическом обучении студентов технических специальностей (на основе опыта НМФУ). *eLearning Sustainability for Never-ending Learning. Proc. 16th Int. Sci. Conf. “eLearning and Software for Education”*. Bucharest, Romania, Editura Universitară; 2020;2:382–389. EDN: KPTYVJ. DOI: 10.12753/2066-026X-20-134.

Информация об авторах

Чусавитина Галина Николаевна, канд. пед. наук, профессор, зав. кафедрой бизнес-информатики и информационных технологий, Институт энергетики и автоматизированных систем, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2468-7519>; *e-mail*: gala_m27@mail.ru

Зеркина Наталья Николаевна, канд. филол. наук, доцент, зав. кафедрой иностранных языков по техническим направлениям, Институт гуманитарного образования, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0305-3899>; *e-mail*: agatik01@mail.ru

Кагарманова Лира Альфировна, магистрант направления «Педагогическое образование», профиль «Искусственный интеллект в образовании», кафедра бизнес-информатики и информационных технологий, Институт энергетики и автоматизированных систем, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Челябинская область, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0008-9451-4059>; *e-mail*: kaga.lira@mail.ru

Information about the authors

Galina N. Chusavitina, Candidate of Sciences (Education), Professor, Head of the Business Computing and IT Department, Institute of Power Engineering and Automated Systems, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2468-7519>; *e-mail*: gala_m27@mail.ru

Natalya N. Zerkina, Candidate of Sciences (Philology), Docent, Head of the Foreign Languages in Engineering Department, Institute for the Humanities, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0305-3899>; *e-mail*: agatik01@mail.ru

Lira A. Kagarmanova, a master's student of the educational program “Pedagogical Education”, profile “Artificial Intelligence in Education”, The Business Computing and IT Department, Institute of Power Engineering and Automated Systems, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0008-9451-4059>; *e-mail*: kaga.lira@mail.ru

Поступила в редакцию/Received: 23.01.24.

Поступила после рецензирования/Revised: 18.04.24.

Принята к печати/Accepted: 23.04.24.

ПОДПИСКА

Журнал «Информатика и образование»

Индекс подписки
на 2-е полугодие 2024 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



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 индивидуальные достижения 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.

