

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

Информатика и образование

Научно-методический журнал

**Informatics
and Education**

Scholarly Journal

 infojournal.ru



№ 2 / 2024

Том (Volume) 39



1С:ПЛАНОВОЕ ПИТАНИЕ



ДИЕТОЛОГ

Бракераж
Составление меню
Корректировка меню
Накопительная ведомость
Разработка рациона питания



КЛАДОВЩИК

Учет прихода-расхода продуктов
Остатки продуктов
Партионный учет
Учет сроков хранения
Расчет заказа продуктов



БУХГАЛТЕР

Учет продуктов питания
Расчет фактической стоимости питания
Ведение разделенного движения
продуктов по источникам
финансирования



ЗАВЕДУЮЩИЙ СТОЛОВОЙ

Бракераж готовых блюд
Акты проработки норм отхода
при холодной обработке
Картотека блюд с нормами
закладки продуктов



Фирма «1С»
123056, г. Москва, а/я 64, ул. Селезневская, д. 21
Тел.: (495) 737-92-57
Факс: (495) 681-44-07
cko@1c.ru, solutions.1c.ru/plan-meal



ООО «Агентство Капитан»
125481, г. Москва, ул. Свободы, д. 71/2, оф. 387
Тел.: (495) 782-25-57, факс: (499) 497-72-21
1cap@1cap.ru, 1cp@1cp.ru (техподдержка)
1cap.ru, 1cp.ru

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

ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Том 39 № 2 апрель 2024

ИЗДАЕТСЯ
С АВГУСТА 1986 ГОДА

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

Содержание

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

- Григорьев С. Г., Смирнова Г. С., Сабитов Р. А., Коробкова Е. А., Елизарова Н. Ю., Сабитов Ш. Р., Епонешников А. В.** Программа магистратуры «Интеллектуальные системы управления цифровой экосистемой предприятия» как современная инновационная образовательно-производственная платформа..... 5
- Левченко И. В., Садыкова А. Р., Меренкова П. А.** Модель вариативного обучения учащихся основной школы в области искусственного интеллекта..... 16
- Захарова В. А., Егоров К. Б., Скорнякова А. Ю., Половина И. П.** Эволюция цифровых навыков обучающихся как источник трансформации учебного процесса в организациях общего и профессионального образования..... 25
- Назаров Д. М., Симбирцев Р. А., Салалайко Д. П.** Использование кейс-метода для обучения студентов направления подготовки «Информационная безопасность» разведке по открытым источникам 34
- Варнавский А. Н.** Использование игрового чат-бота для развития навыков алгоритмического и логического мышления 48

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ТЕСТЫ

- Дворецкая И. В., Уваров А. Ю.** Как сегодня учат работе с информацией в школе: взгляд ученика. Результаты многоуровневого латентного анализа классов 59

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

- Панжиева Н. Н.** Использование онлайн-платформы в дидактической модели обучения, стимулирующей навыки критического мышления будущих учителей информатики 69
- Шахова И. С.** Автоматизация процессов нормоконтроля отчетной документации студентов: концепция программного решения..... 78

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

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

Подписано в печать 27.04.24.
Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 11,5.
Тираж 2000 экз. Заказ № 5264.
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 ИНФО

Главный редактор журнала
«Информатика и образование»

ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

Главный редактор журнала
«Информатика в школе»

БОСОВА Людмила Леонидовна

Директор издательства

РЫБАКОВ Даниил Сергеевич

Научный редактор

ДЕРГАЧЕВА Лариса Михайловна

Ведущий редактор

КИРИЧЕНКО Ирина Борисовна

Редактор отдела

СИРОТКИН Никита Сергеевич

Корректор

ШАРАПКОВА Людмила Михайловна

Верстка

ФЕДOTOV Дмитрий Викторович

Дизайн

ГЛАВНИЦКИЙ Евгений Николаевич

Отдел распространения
и рекламы

КУЗНЕЦОВА Елена Александровна

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ВАСИЛЬЕВ Владимир Николаевич

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

ГЕЙН Александр Георгиевич

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

ГРИНШКУН Вадим Валерьевич

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

ДОБРОВОЛЬСКИЙ Николай Михайлович

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

ЕЛИЗАРОВ Александр Михайлович

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

ЛАПТЕВ Владимир Валентинович

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

НОВИКОВ Дмитрий Александрович

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

РОДИОНОВ Михаил Алексеевич

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

СЕМЕНОВ Алексей Львович

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

СМОЛЯНИНОВА Ольга Георгиевна

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

УВАРОВ Александр Юрьевич

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

ХЕННЕР Евгений Карлович

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

ШАКИРОВА Лиляна Рафиковна

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

БОНК Кёртис Джей

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

ДАГЕНЕ Валентина Антановна

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

ЛЕВИН Илья

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

ПРАКАША Дж. С.

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

СЕРГЕЕВ Ярослав Дмитриевич

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

СТОЯНОВ Станимир Недялков

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

ФОМИН Сергей Анатольевич

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

ФОРКОШ БАРУХ Алана

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

Scholarly journal

INFORMATICS AND EDUCATION

Volume 39 No 2 April 2024

PUBLISHED
SINCE AUGUST 1986

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

Table of Contents

PEDAGOGICAL EXPERIENCE

- S. G. Grigoriev, G. S. Smirnova, R. A. Sabitov, E. A. Korobkova, N. Yu. Elizarova, Sh. R. Sabitov, A. V. Eponeshnikov.** The master's degree program "Intelligent management systems for enterprise digital ecosystem" as a modern innovative educational and production platform 5
- I. V. Levchenko, A. R. Sadykova, P. A. Merenkova.** A model of variant teaching for basic school students in the field of artificial intelligence 16
- V. A. Zakharova, K. B. Egorov, A. Yu. Skornyakova, I. P. Polovina.** The evolution of students' digital skills as a source of transformation of the learning process in general and vocational education organizations 25
- D. M. Nazarov, R. A. Simbirtsev, D. P. Salalayko.** Using the case method for teaching information security students in open source intelligence 34
- A. N. Varnavsky.** Using the gaming chatbot to develop algorithmic and logical thinking skills 48

PEDAGOGICAL MEASUREMENTS AND TESTS

- I. V. Dvoretzskaya, A. Yu. Uvarov.** How information management is taught in school today: A student's perspective. The results of multilevel latent class analysis 59

INFORMATIZATION OF EDUCATION

- N. N. Panjjeva.** Using an online platform in a didactic learning model that stimulates critical thinking skills of future informatics teachers 69
- I. S. Shakhova.** The automation of the processes of students' reporting documentation standard control: The software solution concept 78

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

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

Signed for printing: 27.04.24.
Format 60×90/8. Cond. printed sheets 11,5.
Circulation 2000 copies. Order No 5264.
Printed at the printing office of "LIDER PRINT"
142104, Russia, Moscow region, Podolsk,
st. Sverdlova, 26, tel.: +7 (495) 212-91-99,
+7 (926) 204-49-31, e-mail: info@book-expert.ru

© Education and Informatics, 2024



SCHOLARLY JOURNAL "INFORMATICS AND EDUCATION"

FOUNDERS:

RUSSIAN ACADEMY OF EDUCATION

PUBLISHING HOUSE

"EDUCATION AND INFORMATICS"

ISSN (print) 0234-0453

ISSN (online) 2658-7769

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

Contacts

Editor-in-chief
grigorsg@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. DOBROVOLSII

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

Alexander M. ELIZAROV

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

Vladimir V. LAPTEV

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

Dmitry A. NOVIKOV

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

Mikhail A. RODIONOV

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

Alexei L. SEMENOV

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

Olga G. SMOLYANINOVA

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

Alexander Yu. UVAROV

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

Evgeniy K. KHENNER

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

Liliana R. SHAKIROVA

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

Curtis Jay BONK

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

Valentina DAGIENÉ

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

Ilya LEVIN

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

G. S. PRAKASHA

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

Yaroslav D. SERGEYEV

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

Stanimir N. STOYANOV

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

Sergei A. FOMIN

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

Alona FORKOSH BARUCH

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

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-5-15

ПРОГРАММА МАГИСТРАТУРЫ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ» КАК СОВРЕМЕННАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПЛАТФОРМА

С. Г. Григорьев¹, Г. С. Смирнова², Р. А. Сабитов²✉, Е. А. Коробкова², Н. Ю. Елизарова², Ш. Р. Сабитов³, А. В. Епонешников³

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

² *Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия*

³ *Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия*

✉ r.a.sabitov@mail.ru

Аннотация

Развитие цифровизации и повсеместное интенсивное внедрение цифровых экосистем являются неотъемлемой частью успешного экономического развития предприятий и регионов страны в целом. Однако следует отметить, что для большей части трудового коллектива данный процесс сопровождается определенными издержками и трудностями. Современные технологии, такие, например, как искусственный интеллект, роботизация и автоматизация процессов, не только повышают эффективность и производительность труда, но и требуют от сотрудников предприятий новых навыков и компетенций.

В условиях цифровизации перед вузами встает задача подготовить кросс-функциональных специалистов, обладающих знаниями в области информатики, математики, экономики и способных при этом решать задачи цифровой трансформации бизнеса и производства. Для решения подобных задач необходимо использовать не только новые педагогические технологии, но и новые программы подготовки будущих специалистов.

Представленная в статье программа «Интеллектуальные системы управления цифровой экосистемой предприятия» для подготовки магистров по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика» нацелена на практико-ориентированное обучение в условиях индустрии 4.0, а также на развитие междисциплинарных компетенций студентов в сфере управления ИТ-решениями, системной инженерии и экономики. Программа разрабатывалась с учетом потребностей рынка труда и при активном взаимодействии представителей вузов и производственных предприятий, что нашло отражение в ее структуре. В частности, основная часть учебного процесса по программе ориентирована на практику: подготовку проектов и научно-исследовательскую работу.

Ключевые слова: инженерное образование, цифровая экосистема, производственная система, ролевое обучение, образовательная программа, прикладная информатика, магистратура, индустрия 4.0, цифровизация.

Для цитирования:

Григорьев С. Г., Смирнова Г. С., Сабитов Р. А., Коробкова Е. А., Елизарова Н. Ю., Сабитов Ш. Р., Епонешников А. В. Программа магистратуры «Интеллектуальные системы управления цифровой экосистемой предприятия» как современная инновационная образовательно-производственная платформа. *Информатика и образование*. 2024;39(2):5–15. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-5-15.

THE MASTER'S DEGREE PROGRAM "INTELLIGENT MANAGEMENT SYSTEMS FOR ENTERPRISE DIGITAL ECOSYSTEM" AS A MODERN INNOVATIVE EDUCATIONAL AND PRODUCTION PLATFORM

S. G. Grigoriev¹, G. S. Smirnova², R. A. Sabitov²✉, E. A. Korobkova², N. Yu. Elizarova², Sh. R. Sabitov³, A. V. Eponeshnikov³

¹ *Moscow City University, Moscow, Russia*

² *Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia*

³ *Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia*

✉ r.a.sabitov@mail.ru

© Григорьев С. Г., Смирнова Г. С., Сабитов Р. А., Коробкова Е. А., Елизарова Н. Ю., Сабитов Ш. Р., Епонешников А. В., 2024

Abstract

The development of digitalization and the widespread intense implementation of digital ecosystems are an integral part of the successful economic development of enterprises and regions of the country as a whole. However, it should be noted that for the majority of the workforce, this process is accompanied by certain costs and difficulties. Modern technologies, such as artificial intelligence, robotics, and automation of processes, not only increase efficiency and productivity but also require new skills and competencies from the employees of enterprises.

In the context of digitalization, universities are faced with the task of training cross-functional specialists with knowledge in informatics, mathematics, and economics, who can meet the challenges of digital transformation of business and production. To solve such problems it is necessary to use not only new pedagogical technologies but also new training programs for future specialists. The program “Intelligent management systems for enterprise digital ecosystem” presented in the article for master’s degree training in 09.04.03 “Applied Informatics” is aimed at practice-oriented training in the conditions of Industry 4.0 and developing students’ interdisciplinary competencies in the field of IT solutions management, systems engineering, and economics. The program was developed taking into account labor market needs and active cooperation with manufacturing enterprises, which is reflected in its structure. In particular, the main part of the educational process under the program is focused on practice: project preparation and research work.

Keywords: engineering education, digital ecosystem, production system, role-based learning, educational program, applied informatics, master’s degree, Industry 4.0, digitalization.

For citation:

Grigoriev S. G., Smirnova G. S., Sabitov R. A., Korobkova E. A., Elizarova N. Yu., Sabitov Sh. R., Eponeshnikov A. V. The master’s degree program “Intelligent management systems for enterprise digital ecosystem” as a modern innovative educational and production platform. *Informatics and Education*. 2024;39(2):5–15. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-5-15.

1. Введение

Текущий уровень организации производства и происходящих в нем изменений современные исследователи и ученые определяют как индустрию 4.0 (или четвертую промышленную революцию), в которой процессы автоматизации и обмена данными привели к созданию и использованию киберфизических систем, интернета вещей, а также облачных вычислений и множества других ключевых технологий (например, аналитики больших данных, цифровых двойников, автономных роботов, имитационного моделирования, дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR), аддитивного производства, машинного обучения, кибербезопасности, интеграции горизонтальных и вертикальных систем и др. [1]). Эти технологии способствуют устойчивому развитию современных производственных систем и поддерживают деятельность человека посредством облегчения мониторинга, анализа и принятия решений в режиме реального времени, что, в свою очередь, приводит к улучшению производственных процессов, повышению конкурентоспособности и гибкости реагирования на волатильность рынка и постоянно изменяющийся спрос на продукцию, изготовленную по индивидуальному заказу [2, 3].

Предполагается, что предприятия, стремящиеся быть лидерами в настоящее время, должны в первую очередь обеспечить соответствующий уровень информационной прозрачности в области автоматизации и роботизации производства. В этих условиях создание цифровых экосистем становится важным этапом устойчивого развития современных производственных предприятий.

Развитие цифровизации и внедрение цифровых экосистем, несомненно, приносят значительные преимущества для организаций, однако этот переход создает и определенные сложности, в первую очередь — для работников этих организаций. Современные технологии, такие, например, как искусственный интеллект, роботизация и автоматизация процессов, повышают эффективность и производительность

труда, но при этом требуют от сотрудников совершенно новых навыков и компетенций. В частности, в условиях цифровой трансформации существенно возрастает потребность в работниках, обладающих способностью к коммуникации и кооперации, высокой адаптивностью к изменениям, а также владеющих навыками непрерывного саморазвития и самообучения. И работодатели оказываются не просто заинтересованы в поиске и найме сотрудников, соответствующих новым производственным реалиям, но должны создавать условия для их обучения и развития. Кроме того, в условиях жесткой конкуренции российские предприятия все чаще сталкиваются с необходимостью существенного повышения гибкости и инновационности производства.

Способность предприятий эффективно реализовывать все эти изменения зависит в первую очередь от наличия высококвалифицированных кадров, подготовка которых в последние десятилетия была явно недостаточной для развития, внедрения и обслуживания современных технологически сложных производств. В результате многие российские промышленные компании говорят о значительном дефиците высококвалифицированного персонала, а почти все технические университеты — об отсутствии квалифицированных преподавателей, способных удовлетворить современные кадровые потребности промышленности. И это явление, похоже, достигло опасной критической отметки, причем во многих странах.

Растущий разрыв между кадровыми потребностями промышленности и возможностями образовательных организаций является одной из самых актуальных проблем современного общества. Разрозненные усилия представителей вузов и бизнеса, предпринимаемые в последнее время в нашей стране, не позволяют решить эту проблему в полной мере. Можно назвать следующие основные причины:

- нежелание представителей бизнеса принимать участие в комплексной модернизации образовательных программ в университетах;

- недостаточная гибкость основной массы руководителей университетов и преподавателей;
- замедленное реагирование обеих сторон (вузов и промышленных предприятий) на изменение запросов экономики и рынка труда;
- формальный характер взаимодействия учебных заведений и предприятий, низкая заинтересованность сторон в налаживании продуктивного сотрудничества;
- недостаточное бюджетное финансирование программ развития прикладных компетенций и практической подготовки студентов.

Для удовлетворения потребностей передовых производителей необходим стратегический альянс правительства, образования и промышленности в создании реального практико-ориентированного обучения.

Устранение описанного разрыва требует принятия серьезных комплексных мер, включающих в себя модернизацию образовательных стандартов, развитие системы практик и стажировок для студентов, а также налаживание тесного взаимодействия между учебными заведениями и ведущими предприятиями.

Важно отметить, что возникает потребность и в новых междисциплинарных подходах, где цифровые навыки являются определяющими [3, 4]. В этом контексте важную роль играют профессиональные инженеры, которые будут адаптировать современные технологии к своим повседневным задачам. В частности, это задачи формирования цифровой экосистемы предприятия и управления ею, которые, среди прочего, требуют решения вопросов промышленной и системной инженерии и открывают для университетов реальную возможность пересмотра учебных программ с акцентом на развитие студентов именно в контексте цифровой трансформации и индустрии 4.0. В этом смысле **обновление образовательного контента должно быть направлено на подготовку кросс-функциональных специалистов, владеющих знаниями в области математики, информатики, экономики, способных заниматься поддержкой принятия решений** для управления эффективностью бизнеса и экосистемой предприятий, организацией работы с информационными системами на всех этапах их жизненного цикла, промышленной и системной инженерией. Подобный специалист будет готов к междисциплинарной работе и развитию необходимых компетенций в области цифровизации.

Цель статьи — обосновать необходимость обучения специалистов, обладающих знаниями и навыками в области внедрения и разработки цифровых экосистем предприятий, по новой образовательной программе «Интеллектуальные системы управления цифровой экосистемой предприятия» в рамках обучения в магистратуре по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика».

Научные исследования по данной теме ведутся авторами на протяжении длительного времени

и в тесном взаимодействии с промышленными предприятиями различных отраслей экономики. Работа над самой программой была начата в 2020/2021 учебном году. В настоящее время программа сформирована и планируется к реализации в нескольких университетах.

2. Развитие цифровой экосистемы предприятия

2.1. Значение цифровой трансформации для современного бизнеса

В настоящее время имеется лишь немного исследований о том, может ли цифровая трансформация повысить эффективность предприятий, и выводы этих исследований различны. Некоторые авторы считают, что использование традиционных цифровых технологий не оказывает существенного влияния на производительность предприятия (см., например, [5]). Однако другие ученые отвечают на этот вопрос положительно, опираясь на данные качественного и количественного анализа производственной системы предприятий [6, 7]. Ряд исследователей отмечают, что чем выше качество цифровой трансформации, тем выше производственная эффективность организации [3, 8]. Активное использование цифровых технологий и формирование цифровой экономики меняют пути развития традиционных отраслей. Новые методы производства и эксплуатации дорогостоящего производственного оборудования, появляющиеся в результате цифровой трансформации, быстро распространяются среди предприятий и дают ряд несомненных преимуществ. Среди прочего, **цифровая трансформация позволяет:**

- **внедрять новые рациональные способы производства** на предприятии, повышать производительность труда;
- **реализовать интеллектуальное управление производством** с интенсивным использованием данных и улучшать внутренний контроль над всей производственной системой [9];
- **анализировать потребности пользователей в режиме реального времени**, что способствует организации инновационной и производственной деятельности в соответствии с индивидуальными запросами потребителей (клиент-ориентированный бизнес), и увеличивать добавленную стоимость продукции;
- **формировать цифровую экосистему предприятия.**

2.2. Цифровая экосистема:

возникновение термина, основные признаки

Теоретики и практики управления предприятиями для описания и характеристики окружающей среды компаний обычно используют термины «сек-

тор», «отрасль», «рынок». Совсем недавно в качестве их полноправного синонима стало употребляться понятие, заимствованное из биологии, — «экосистема». В литературе по менеджменту оно впервые было использовано Джеймсом Муром в середине 1990-х годов при попытке объяснить, как компании могут добиваться устойчивого конкурентного преимущества путем опережения соперников в области инноваций [10]. С тех пор термин «экосистема» не только ассоциируется с инновациями, но и широко используется среди ученых в сфере управления различными системами.

Согласно Дж. Муру [10, 11], бизнес-экосистема — это экономическое сообщество, поддерживаемое несколькими взаимодействующими субъектами, которые сотрудничают для создания ценности, которую ни один из них не смог бы создать самостоятельно [12]. Теория, представленная в статье «Хищники и жертвы: новая экология конкуренции» [10], а затем развитая в книге «Смерть конкуренции: лидерство и стратегия в эпоху бизнес-экосистем» [11], показывает, что в любой крупной бизнес-среде несколько экосистем могут соперничать за выживание и доминирование. Примерами могут служить экосистемы IBM и Apple в сфере персональных компьютеров или X5 Group («Пятерочка», «Перекресток», «Чижик» и др.) и «Магнит» в сфере розничной торговли со скидками. Именно конкуренция между бизнес-экосистемами (а не отдельными компаниями) порождает новые многопрофильные структуры, которые выполняют взаимодополняющие виды деятельности, объединяют ресурсы и способствуют созданию разнородных возможностей, одновременно конкурируя между собой за присвоение своей доли результирующей ценности [13].

В 1990-е годы экосистемное мышление распространилось на многие научные области за пределами экологии. Параллельно с бизнес-экосистемой на стыке исследований искусственной жизни и информатики возникла идея «цифровой экосистемы» как результат метафоры биологической жизни кибернетических машин [14]. Это связано с разработанной Томасом Рэем системой программ компьютерного моделирования Tierra [15–17]. Рэй охарактеризовал Tierra как вычислительную «экосистему», состоящую из «цифровых организмов» [16] и опирающуюся на методы и концепции генетических алгоритмов и цифрового биоразнообразия.

На протяжении последних тридцати лет понятие «цифровая экосистема» развивалось, эволюционировало, уточнялось и интерпретировалось. Сейчас под цифровой экосистемой можно понимать распределенную социотехническую систему, обладающую свойствами адаптивности, самоорганизации и устойчивости, функционирующую в условиях конкуренции и сотрудничества между различными субъектами данной системы (автоматизированными системами и экономическими субъектами), в которой осуществляется обмен знаниями для эволюционного развития самой системы [18]. Циф-

ровая экосистема функционирует на основе компьютерной сетевой инфраструктуры с использованием цифровых технологий управления. Таким образом, **цифровая экосистема промышленного предприятия является адаптируемой производственной системой и должна удовлетворять следующим требованиям:**

1. Экосистема предприятия **должна обладать механизмами оперативной реконфигурации и моментальной адаптации**, позволяющими быстро перенастраивать ее на выпуск различной продукции или корректировки ее объемов, что требует гибкости в общей архитектуре системы. Этому способствуют распределенные системы управления, использование данных в режиме реального времени и гибкая автоматизация.
2. Производственная система **должна поддерживать масштабируемость производственных мощностей** в обе стороны, а также настройку под разнообразные производственные задачи. Использование стандартизированных интерфейсов и модульных компонентов может этому эффективно способствовать.
3. При необходимости реконфигурации системы **время переналадки должно быть минимизировано**. Применение быстросъемной оснастки, безопасных стратегий и гибких систем транспортировки может обеспечить быструю переналадку.
4. Система **должна демонстрировать высокую производительность** при выпуске широкой номенклатуры продукции в различных объемах производства, от крупных партий до единичного производства.
5. Система **должна интегрировать передовые производственные технологии** для повышения адаптивности и реактивности, например, аддитивное производство, гибкую автоматизацию, искусственный интеллект и др.
6. Производство в цифровой экосистеме **должно быть более гибким и адаптивным за счет самонастройки и оптимизации процессов на основании анализа данных**, проводимого в режиме реального времени, а не на основе заранее определенных параметров.
7. Система **должна легко интегрировать новые производственные технологии**, не требуя существенной реконфигурации. Использование открытых архитектур и стандартов способствует интеграции.
8. Система **должна поддерживать быстрое и недорогое прототипирование новых изделий с применением методов типа аддитивного производства**. Это содействует ускоренной разработке продукции и возможности кастомизации.

3. Основные задачи специалистов по цифровой экосистеме предприятия

Ввиду постоянно возрастающей сложности производственных систем все более важным становится наличие у специалистов (системных инженеров, системных аналитиков и т. п.) достаточных знаний для понимания последствий, к которым принимаемые ими решения приведут в смежных областях. Не менее важно научить специалистов использовать программные средства для передачи данных между функциональными единицами и для оказания влияния на решения в смежных областях путем нахождения компромиссов. Это требует не только технических знаний (например, понимания взаимосвязей между функциями), но и профессиональных навыков (например, умения выявлять проблемные вопросы и влиять на принятие решений) [19]. Так, модульный подход при проектировании может привести к снижению затрат на поддержку работы производственных систем, поскольку ремонт и модернизация готовых систем, как правило, обходятся дешевле приобретения новых, но в то же время может увеличить затраты на проектирование и разработку.

Кроме профессиональных навыков, для работы в цифровых экосистемах предприятий требуются специализированные навыки и компетенции. В частности, необходимо владение навыками эффективного управления ИТ-проектами различного масштаба и принятия обоснованных проектных решений в условиях высокой степени неопределенности, обусловленной постоянными изменениями и рисками, а также с учетом воздействия организационного окружения проекта.

Кроме того, важно уметь формулировать задачи проектирования, разработки и внедрения информационных технологий различного уровня сложности, разрабатывать технико-коммерческие предложения на выполнение проектных работ, проводить технико-экономическое обоснование эффективности информационных систем, а также оценивать ресурсы проекта и риски. Необходимы навыки организационно-управленческого и технологического обеспечения разработки информационных систем и реинжиниринга бизнес-процессов организации; умение использовать и развивать методы научных исследований и применять инструменты проектирования и управления информационными системами.

Ключевыми задачами специалиста по цифровой экосистеме предприятия являются:

- **разработка и внедрение цифровой стратегии предприятия** — определение целей и задач цифровизации бизнес-процессов, выбор инструментов и технологий, планирование этапов ее реализации;
- **проектирование и создание цифровой архитектуры предприятия** — интегрированной ИТ-инфраструктуры, включающей в себя облачные сервисы, корпоративные

информационные системы, промышленный интернет вещей;

- **управление данными предприятия** — разработка политики, процессов и инструментов для сбора, хранения, обработки и анализа данных, обеспечение их качества и информационной безопасности;
- **внедрение цифровых технологий в бизнес-процессы**: автоматизация рутинных операций, роботизация, использование технологий искусственного интеллекта;
- **обучение и повышение цифровой грамотности сотрудников предприятия** для эффективного использования новых технологий;
- **анализ эффективности внедрения цифровых решений и корректировка стратегии развития предприятия**.

4. Разработка образовательной программы подготовки специалистов по цифровой экосистеме предприятия

4.1. Этапы разработки образовательной программы

Программа магистратуры «Интеллектуальные системы управления цифровой экосистемой предприятия» по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика» включает в себя занятия преимущественно по моделированию бизнес-процессов производственного предприятия, изучению технологий искусственного интеллекта и управления проектами. Эти направления являются основой дальнейшего самообразования в названных областях, позволяют узнать специфику предприятий, понять принципы организации и функционирования производственных процессов, а также различные виды инструментов, используемых в управлении предприятием, формировании ИТ-стратегий и ИТ-инфраструктуры. Такие знания служат фундаментом для развития компетенций в области более продвинутых методов, знаний в сфере цифровизации и, как следствие, в разработке и внедрении цифровых экосистем.

Отправной точкой для создания магистерской образовательной программы являлось взаимодействие разработчиков с крупными отечественными машиностроительными компаниями в рамках научно-исследовательских проектов магистрантов. В результате представители предприятий осознали дефицит производственных специалистов, владеющих междисциплинарными знаниями и способных обеспечивать и реализовать его цифровую трансформацию. Особенно нужны такие специалисты на малых и средних предприятиях, важных для экономики.

Значимым фактором для магистрантов стало осознание необходимости приобретения новых компетенций, позволяющих объединить учебу и работу, а также применить знания на практике. В процессе дискуссий с преподавателями и представителями предприятий

Укрупненные этапы формирования образовательной программы**Enlarged stages of the formation of the educational program**

Этап	Содержание этапа
Этап 1	Появление в условиях индустрии 4.0 новых требований рынка
	Выявление образовательных потребностей обучающихся
	Выявление потребностей работодателей
Этап 2	Разработка образовательной магистерской программы
	Обсуждение и согласование образовательной программы с заинтересованными сторонами предприятия и университета
	Доработка полной версии образовательной программы
Этап 3	Получение поддержки отдельных групп заинтересованных сторон: обсуждение со студентами, получение положительной рецензии от предприятий
	Утверждение программы в университете
Этап 4	Начало реализации программы

студенты высказывали предпочтения относительно областей знаний, которые желали бы углубить с учетом как теоретических, так и практических аспектов.

Таким образом, очевидно, что при разработке содержания программы необходимо учитывать требования всех заинтересованных сторон.

На основе этих требований был сформирован подход к разработке образовательной программы, которая должна обеспечивать комплексную и качественную подготовку конкурентоспособных, высококвалифицированных специалистов, готовых к реализации цифровой трансформации предприятий и внедрению цифровых технологий в их бизнес-процессы на базе формирования интеллектуальной цифровой экосистемы.

Поэтапный процесс внедрения образовательной программы представлен в таблице 1.

4.2. Взаимодействие университета и предприятий в процессе разработки образовательной программы

Разработка программы подготовки востребованных на современном рынке специалистов с учетом перспектив развития экономики требует тесного взаимодействия заинтересованных сторон — университета и предприятий. В процессе исследования потребностей обеих сторон формулируется и последовательно реализуется следующий план работ.

1. Идентификация и оценка потребностей:

- сбор данных для формирования критериев, позволяющих отбирать для участия в программе предприятия различных отраслей с учетом особенностей производственных процессов;
- определение потенциальных партнеров из разных отраслей, подходящих под критерии сотрудничества.

2. Изучение производственных операций:

- оценка и изучение производственных операций на предприятиях;
- анализ планировки цехов, типов процессов (ручные, автоматизированные, частично автоматизированные) и продуктовых семейств.

3. Характеристика продуктовых и технологических линий:

- определение конкретных продуктов, компонентов и операций производственного процесса;
- оценка возможности цифровизации производства с опорой на существующие направления цифровизации.

4. Составление перечня потенциальных проектов:

- определение конкретных целей, ожидаемых результатов и типов итоговых материалов для проектов;
- установление типа проекта: групповой или индивидуальный.

5. Соотнесение целей проекта с образовательной средой университета:

- сравнение направлений цифровизации предприятия с учебными планами университета;
- определение потенциальных тематических областей проектов в соответствии с учебными программами и имеющимися ресурсами предприятий;
- разработка новой магистерской образовательной программы.

6. Определение необходимых ресурсов:

- идентификация требуемой инфраструктуры, оборудования, материалов и параметров технической поддержки для реализации проектов;

- поиск необходимых лабораторных помещений и других инфраструктурных ресурсов.
7. **Согласование производственной задачи с образовательными целями:** преобразование производственной задачи в академический проект, соответствующий образовательным целям.
8. **Набор студентов и запуск образовательной программы:**
- создание групп студентов, соответствующих требованиям проекта;
 - запуск программы и курирование вузом активного взаимодействия студентов и представителей предприятий.

Разработка и запуск совместной образовательной программы требует постоянного обмена информацией, наличия обратной связи и согласованности между стейкхолдерами на всех этапах работы.

4.3. Структура образовательной программы как инструмента формирования практико-ориентированной среды подготовки специалистов

В последние годы в вузах все больше представлены практико-ориентированные технологии обучения: интерактивная обучающая среда, «учебные фабрики», проектное обучение и т. п. Однако чаще всего большинство программ обучения по какой-либо специальности сосредоточено на освоении соответствующих этой специальности компетенций, а междисциплинарные знания и навыки остаются на обочине учебного процесса. Такие знания обычно приобретаются непосредственно на рабочем месте, что может потребовать много лет.

Представляемая образовательная программа сочетает разнообразные форматы обучения, в том числе лекции, лабораторные работы и семинары, но **сосредотачивается на проектной деятельности**, которая способствует практическому приобретению навыков студентами, а также на **эмергентном обучении** [20]. Эмергентное обучение — это приобретающий все большую популярность системный подход к использованию возможностей информационно-коммуникационных технологий, электронного обучения и традиционного (контактного) преподавания в аудитории, который позволяет обучающимся выбирать индивидуальную траекторию обучения в рамках учебного плана [21].

Учебный план для студентов очной формы обучения предусматривает 1107 часов контактной работы (преподаватель — обучающийся) при нормативном сроке обучения 2 года (4320 учебных часов) в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом по данному направлению подготовки¹.

¹ Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 года № 916 (ред. с изм. и доп. от: 26.11.2020, 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — магистратура по направлению

С учетом междисциплинарного подхода к обучению и широкого спектра требований индустрии 4.0 образовательная программа базируется на трех основных модулях (см. рис.):

- искусственный интеллект;
- моделирование бизнес-процессов и системная инженерия;
- проектное управление и технико-экономическое обоснование.

Лекции занимают не более 40 % от общего объема занятий, а основная часть учебного процесса ориентирована на практические и лабораторные занятия. Выполнение лабораторных работ, предусмотренных учебным планом образовательной программы, занимает около 50 % от общего времени, отведенного на освоение дисциплин.



Рис. Основные модули магистерской образовательной программы

Fig. The main modules of the master's degree program

Немаловажную роль при подготовке магистров играет научно-исследовательская работа, позволяющая не только формировать необходимые компетенции в области цифровизации предприятий, но также исследовать и отрабатывать новые практики и технологии (табл. 2).

В данной магистерской программе студентам предлагается гибридный формат обучения и возможности построения индивидуальной образовательной траектории. Такой подход позволяет эффективно комбинировать традиционные форматы обучения с онлайн-курсами, тренажерами и виртуальной проектной работой для достижения индивидуальных образовательных целей. Проиллюстрируем это на примере некоторых дисциплин (табл. 3).

Результатом обучения по предлагаемой программе являются разработанные цифровые модели предприятий, проекты внедрения интеллектуальных систем управления бизнес-процессами, а также прототипы программных решений.

подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика»». https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Mag/090403_M_3_17062021.pdf

Таблица 2 / Table 2

Задачи профессиональной деятельности, осваиваемой в магистерской программе

Tasks of professional activity covered by the master's degree program

Тип задач профессиональной деятельности	Перечень задач
Проектно-ориентированная деятельность	Моделирование бизнес-процессов цифровой экосистемы предприятия
	Проектирование архитектуры цифровой экосистемы предприятия
	Организационно-управленческое и технологическое обеспечение разработки информационных систем
	Анализ, реинжиниринг и роботизация бизнес-процессов
	Управление проектами в области ИТ любого масштаба, управление аналитическими работами и подразделением
Научно-исследовательская деятельность	Исследование и разработка методов искусственного интеллекта для цифровых производственных экосистем
	Разработка методов анализа и идентификации цифровых производственных экосистем
	Исследование передовых методов разработки цифровых экосистем
	Системный анализ и математическое моделирование в цифровых экосистемах
	Анализ данных для моделирования и прогнозирования результатов деятельности

Таблица 3 / Table 3

Пример использования различных форматов обучения в магистерской программе

An example of using different learning formats in the master's degree program

№ семестра	Тема	Формат обучения		
		Традиционный	Электронный	Гибридный
1	Методология исследований и проектное управление	Лекции по темам «Философские проблемы науки и техники» и «Методология научных исследований»	Онлайн-курсы по интеллектуальному анализу данных (Data Mining). Виртуальные лабораторные работы по моделированию бизнес-процессов	Аудиторные лекции и практические работы по управлению проектами в ИТ. Онлайн-упражнения по программированию в цифровых экосистемах. Семинары с использованием кейсов по технико-экономическому обоснованию ИТ-проектов
2	Погружение в методы искусственного интеллекта и реинжиниринг процессов	Лекции по системному анализу и математическому моделированию. Лабораторные работы по организационному обеспечению разработки информационных систем	Онлайн-курсы по прикладным методам искусственного интеллекта (машинное обучение, компьютерное зрение и т. д.). Виртуальные тренажеры по роботизации бизнес-процессов	—
3	Углубленное изучение проектирования интеллектуальных систем управления	Лекции по методологии проектирования интеллектуальных систем управления. Семинары по управлению инвестициями и жизненным циклом цифровых экосистем	Онлайн-курс по прикладной системной инженерии. Вебинары отраслевых экспертов по информационной архитектуре	Аудиторные занятия по архитектуре ИТ-решений. Виртуальные проектные группы по прогнозированию результатов деятельности предприятия
4	Выполнение итогового проекта по заданию предприятия под руководством преподавателей и представителей предприятия			

Приведем **примеры проектов, которые реализуются магистрантами:**

1. Построение модели организации единого логистического информационного пространства предприятия.
2. Интеллектуальная система повышения эффективности использования автотранспортных средств на международных автоперевозках.
3. Моделирование работы сборочного производства машиностроительного предприятия.
4. Цифровые записи жизненного цикла как инструмент управления знаниями внутри компании.
5. Концепция и система управления интермодальным складским робототехническим комплексом сборочного машиностроительного предприятия.

Реализация комплексной проектной работы предусматривает взаимодействие университета и базовых предприятий, а также использование их производственной инфраструктуры и информационно-технологических платформ. Процесс работы над проектом реализуется по следующему алгоритму:

1. Заключается договор о сотрудничестве между университетом и предприятиями-партнерами.
2. Формируются проектные группы из числа обучающихся под руководством научных руководителей из профессорско-преподавательского состава университета.
3. Представители предприятий определяют актуальные задачи и формулируют техническое задание для проектной группы. Со стороны предприятия назначаются эксперты-консультанты.
4. На базе университета организуются рабочие места для проектных групп с доступом к облачным ИТ-платформам, системам виртуализации, вычислительным мощностям и программному обеспечению, необходимому для выполнения проекта.
5. Организуются семинары с участием представителей предприятий, научных руководителей и обучающихся для согласования целей, сроков, методологии и распределения ролей.
6. В течение семестра проектные группы регулярно собираются в аудиториях университета для проведения мозговых штурмов, обсуждения промежуточных результатов и консультаций с руководителями и экспертами.
7. При необходимости организуются выездные сессии на производственные площадки предприятий для сбора данных, ознакомления с процессами, согласования технических решений.
8. Защита проекта проводится как командой (с указанием роли каждого члена команды и его участием в ответе на вопросы), так и индивидуально (каждый защищает свою часть проекта). Выступление проходит перед экспертными комиссиями, в состав которых входят представители предприятий и преподаватели.

Данная образовательная программа формирует практико-ориентированную среду обучения каждого магистранта: обучающийся берет на себя обязанности системного инженера и аналитика по разработке и внедрению интеллектуальной системы управления цифровой экосистемой предприятия. В рамках этих обязанностей он должен не только разбираться в проблемах соответствующей предметной области, но и взаимодействовать с различными заинтересованными лицами (представителями предприятий, университета, экспертного сообщества) для понимания последствий принимаемых решений в сфере реализации цифровых экосистем.

5. Заключение

Формирование и разработка новых образовательных программ в соответствии с требованиями ускоренного экономического развития и запросами представителей всех заинтересованных сторон (и вузов, и производственных предприятий) представляет значительную сложность. Педагогические технологии последних лет демонстрируют явную тенденцию к сокращению объема и роли традиционных форм преподавания (в виде лекций, например). Актуальная методика освоения новых знаний часто представлена созданием проектов, тогда как лекции призваны давать базовые знания, необходимые для их выполнения. Процесс перехода от традиционной модели обучения к модели, основанной на проектах, является сложным и предъявляет весьма высокие требования к образовательным ресурсам.

Именно поэтому представленная в данной статье технология создания программы «Интеллектуальные системы управления цифровой экосистемой предприятия» для обучения в магистратуре по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика» должна обладать гибкостью и способностью адаптироваться к изменяющимся условиям производственной среды. Авторы надеются, что при разработке этой технологии в значительной степени удалось учесть многочисленные пожелания внешних заинтересованных сторон: и обучающихся (в части увеличения количества практических, лабораторных занятий и сокращения лекций), и вузов (в части формирования практико-ориентированного подхода для эффективной подготовки магистрантов), и предприятий (в части подготовки квалифицированных и компетентных специалистов, необходимых на производстве современного уровня).

Авторы стремятся поделиться с коллегами своим опытом в этой области, начать продвижение данной образовательной программы в более широком академическом сообществе и поддержать аналогичные начинания в других образовательных организациях. Авторы надеются, что данная статья также позволит получить обратную связь от других университетов для дальнейшего совершенствования представленной учебной программы и разработки новых современных программ.

Список источников / References

1. Drath R., Horch A. Industrie 4.0: Hit or hype? *IEEE Industrial Electronics Magazine*. 2014;8(2):56–58. DOI: 10.1109/MIE.2014.2312079.
2. Arvindhan M. Possibilities of industrial trends and business benefits with industry 4.0 technology: A survey. *Artificial Intelligence for a Sustainable Industry 4.0*. Springer Cham; 2021:1–18. DOI: 10.1007/978-3-030-77070-9_1.
3. Сабитов Р. А., Смирнова Г. С., Елизарова Н. Ю., Сабитов Ш. Р., Епонешников А. В., Григорьев И. С. Концепция трансформации образования в цифровой экосистеме территориального производственного кластера. *Информатика и образование*. 2022;37(6):5–11. EDN: PCQODC. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-5-11.
4. [Sabitov R. A., Smirnova G. S., Elizarova N. Yu., Sabitov Sh. R., Eponeshnikov A. V., Grigoriev I. S. The transformation education concept in the digital ecosystem of a territorial production cluster. *Informatics and Education*. 2022;37(6):5–11. (In Russian.) EDN: PCQODC. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-5-11.]
4. Ustundag A., Cevikcan E. Industry 4.0: Managing the digital transformation. Springer Cham; 2018. 294 p. DOI: 10.1007/978-3-319-57870-5.
5. Curran D. Risk, innovation, and democracy in the digital economy. *European Journal of Social Theory*. 2018;21(2):207–226. DOI: 10.1177/1368431017710907.
6. Moretti F., Biancardi D. Inbound open innovation and firm performance. *Journal of Innovation & Knowledge*. 2020;5(1):1–19. DOI: 10.1016/j.jik.2018.03.001.
7. Taques F. H., López M. G., Basso L. F., Areal N. Indicators used to measure service innovation and manufacturing innovation. *Journal of Innovation & Knowledge*. 2021;6(1):11–26. DOI: 10.1016/j.jik.2019.12.001.
8. Пономарева С. В., Корюшов Н. В. Влияние цифровой трансформации на эффективность бизнес-процессов и конкурентоспособность предприятий. *Индустриальная экономика*. 2022;(5–6):518–524. EDN: PPSEMM. DOI: 10.47576/2712-7559_2022_5_6_518.
9. [Ponomareva S. V., Koriushov N. V. The impact of digital transformation on the efficiency of business processes and the competitiveness of enterprises. *Industrial Economics*. 2022;(5–6):518–524. (In Russian.) EDN: PPSEMM. DOI: 10.47576/2712-7559_2022_5_6_518.]
9. Bakhtadze N., Chereshko A., Elpashev D., Suleykin A., Purtov A. Predictive associative models of processes and situations. *IFAC-PapersOnLine*. 2022;55(2):19–24. DOI: 10.1016/j.ifacol.2022.04.163.
10. Moore J. F. Predators and prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*. 1993;71(3):75–86.
11. Moore J. F. The death of competition: Leadership and strategy in the age of business ecosystems. New York, USA, Harper Paperbacks; 1997. 320 p.
12. Iansiti M., Levien R. Strategy as ecology. *Harvard Business Review*. 2004;82(3):68–78.
13. West J., Wood D. Evolving an open ecosystem: The rise and fall of the Symbian platform. *Collaboration and Competition in Business Ecosystems (Advances in Strategic Management)*. 2014;30:27–67. DOI: 10.1108/S0742-3322(2013)0000030005.
14. Kelly K. Out of control: The new biology of machines, social systems, and the economic world. New York, USA, Basic Books; 2009. 531 p.
15. Ray T. S. Evolution, ecology and optimization of digital organisms. *Santa Fe Institute Working Papers*. 1992:1–48.
16. Helmreich S. Silicon second nature: Culturing artificial life in a digital world, updated with a new preface. Berkeley, California, USA, University of California Press; 1998. 334 p.
17. Ray T. S. A proposal to create a network-wide biodiversity reserve for digital organisms. *ATR Human Informa-*

tion Processing Research Laboratories. Technical Report TR-H-133. 1995.

18. Bakhtadze N., Suleykin A. Industrial digital ecosystems: Predictive models and architecture development issues. *Annual Reviews in Control*. 2021;51:56–64. DOI: 10.1016/j.arcontrol.2020.11.001.

19. Sabitov R. A., Smirnova G. S., Elizarova N. Yu., Si-razetdinov B. R., Eponeshnikov A. V. The concept of intelligent tutoring for enterprise staff as a component of integrated manufacturing control system development. *Advances in Systems Science and Applications*. 2017;17(1):1–8. DOI: 10.25728/assa.2017.17.1.243.

20. Андрюшкова О. В., Григорьев С. Г. Эмергентное обучение в информационно-образовательной среде. М.: Образование и Информатика; 2018. 104 с. EDN: FDIXPQ.

[Andryushkova O. V., Grigoriev S. G. Emergent learning in the information-educational environment: A monograph. Moscow, Education and Informatics; 2018. 104 p. (In Russian.) EDN: FDIXPQ.]

21. Аникеева М. А. Применение графов знаний в образовательной среде для персонализированного обучения. *Информатика и образование*. 2021;36(10):33–42. EDN: PNBMPС. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-10-33-42.

[Anikieva M. A. The use of knowledge graphs in the educational environment for personalized learning. *Informatics and Education*. 2021;36(10):33–42. (In Russian.) EDN: PNBMPС. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-10-33-42.]

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

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

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

Коробкова Екатерина Александровна, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры динамики процессов и управления, Институт компьютерных технологий и защиты информации, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4313-1823>; *e-mail*: korobkova@list.ru

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

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

Епонешников Александр Вячеславович, аспирант кафедры радиопизики, Институт физики, Казанский (Приволж-

ский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1974-2963>; *e-mail*: sashah275@gmail.com

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

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

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

Ekaterina A. Korobkova, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Dynamics of Processes and Control, Institute for Computer Technologies

and Information Protection, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *https://orcid.org/0000-0002-4313-1823*; *e-mail*: korobkova@list.ru

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

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

Alexander V. Eponeshnikov, postgraduate student at the Department of Radiophysics, Institute of Physics, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1974-2963>; *e-mail*: sashah275@gmail.com

Поступила в редакцию / Received: 02.02.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 11.03.24.

Принята к печати / Accepted: 12.03.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-16-24

МОДЕЛЬ ВАРИАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

И. В. Левченко¹ ✉, А. Р. Садыкова¹, П. А. Меренкова¹¹ *Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия*

✉ levchenkoiv@mgpu.ru

Аннотация

Необходимость обучения школьников в области искусственного интеллекта сегодня подчеркивается на государственном уровне. Однако вопросы, связанные с отбором содержания и организацией обучения в области искусственного интеллекта учащихся основной общеобразовательной школы, по-прежнему остаются нерешенными. Перед системой основного общего образования стоит задача поиска путей совершенствования методики обучения школьников работе с искусственным интеллектом.

Научно обоснованное внедрение обучения в области искусственного интеллекта на уровне основного общего образования связано, во-первых, с разработкой модели обучения в области искусственного интеллекта в условиях вариативного школьного образования, во-вторых, с определением подходов к организации такого обучения, в-третьих, с отбором и структурированием содержания обучения в области искусственного интеллекта в рамках курса информатики основной общеобразовательной школы, в-четвертых, с интеграцией содержания обучения в области искусственного интеллекта в разные организационные формы школьного образования. Это и определило задачи исследования, представленного в статье.

Авторы обосновали подходы к формированию содержания вариативного обучения в области искусственного интеллекта, создали модель вариативного обучения в области искусственного интеллекта на уровне основного общего образования, выделили принципы реализации предложенной модели обучения, определили тематические модули для базового и углубленного обучения в области искусственного интеллекта, разработали учебно-методические материалы (теоретический учебный материал, практические задания, лабораторные работы, методические рекомендации и др.) для вариативного обучения в области искусственного интеллекта в основной общеобразовательной школе. Апробация учебно-методических материалов прошла в отдельных образовательных организациях города Москвы.

Ключевые слова: вариативное обучение, искусственный интеллект, школьный курс информатики, основная школа.

Для цитирования:

Левченко И. В., Садыкова А. Р., Меренкова П. А. Модель вариативного обучения учащихся основной школы в области искусственного интеллекта. *Информатика и образование*. 2024;39(2):16–24. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-16-24.

A MODEL OF VARIANT TEACHING FOR BASIC SCHOOL STUDENTS IN THE FIELD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

I. V. Levchenko¹ ✉, A. R. Sadykova¹, P. A. Merenkova¹¹ *Moscow City University, Moscow, Russia*

✉ levchenkoiv@mgpu.ru

Abstract

Today, the need to educate schoolchildren in the field of artificial intelligence is emphasized at the state level. However, issues related to the selection of content and organization of teaching in the field of artificial intelligence to students in basic secondary school are still controversial. Basic general education faces the problem of finding ways to improve teaching methods for schoolchildren in the field of artificial intelligence.

The scientifically based implementation in the field of artificial intelligence training at the level of basic general education is associated, firstly, with the development of a model for teaching in the field of artificial intelligence in the conditions of variant school education, secondly, with the identification of approaches to organizing such teaching, thirdly, with the selection and structuring of teaching content in the field of artificial intelligence as part of an informatics course in basic secondary school, fourthly, with the integration of the teaching content in the field of artificial intelligence into various organizational forms of school education. This determined the purpose of the study.

As a result of the study, approaches to the formation of the content of variant teaching in the field of artificial intelligence were identified, a model of variant teaching in the field of artificial intelligence at the level of basic general education was created, the

principles of implementation of the proposed training model was highlighted, thematic modules for basic and in-depth training in the field of artificial intelligence were identified, educational and methodological materials were developed (theoretical educational material, practical tasks, laboratory work, methodological recommendations, etc.) for variant teaching in the field of artificial intelligence in the basic secondary school. Testing of the educational and methodological materials was carried out at sites in certain educational organizations in Moscow.

Keywords: variant teaching, artificial intelligence, school informatics course, basic school.

For citation:

Levchenko I. V., Sadykova A. R., Merenkova P. A. A model of variant teaching for basic school students in the field of artificial intelligence. *Informatics and Education*. 2024;39(2):16–24. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-16-24.

1. Введение

Существенный потенциал искусственного интеллекта (ИИ) для общества и образования подчеркивается на государственном уровне. В принятых за последние годы документах¹ определено, что ИИ — не только одна из самых важных технологий, доступных в настоящий момент человеку, но и область международной конкуренции, лидерство в которой способствует достижению значимых результатов по основным направлениям социально-экономического развития. Одним из оснований такого развития признается образование в области ИИ.

Сегодня в педагогическом сообществе появляется понимание необходимости обучения в области ИИ на уровне основного общего образования с учетом современных тенденций развития информационных технологий и образовательных возможностей ИИ. Исследователи отмечают, что решения в области обучения ИИ в курсе информатики основной школы позволят сформировать необходимое каждому современному выпускнику понимание принципов работы систем ИИ [1, 2], а также дадут школьникам возможность почувствовать себя частью современного сообщества ИТ-специалистов [3]. Особое внимание авторы обращают на интеграцию в содержание обучения информатике этических и философских проблем из области ИИ [4]. Однако до сих пор вопросы, связанные с отбором содержания и организацией обучения в области ИИ учащихся основной общеобразовательной школы, остаются нерешенными. Перед системой основного общего образования стоит проблема поиска путей совершенствования методики обучения школьников в области ИИ.

Выявленная проблема обозначила направление и тему нашего исследования: требуется определить подходы к формированию содержания вариативного обучения в области ИИ, создать модель вариативного обучения в области ИИ на уровне основного общего образования, выделить принципы реализации предложенной модели обучения, разработать учебно-методические материалы для вариативного

обучения в области ИИ учащихся основной общеобразовательной школы.

Идея вариативного образования в современных реалиях воплотилась в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации»², позволяющем разрабатывать различные образовательные программы разных уровней и направленностей обучения, а также предлагать варианты содержания и организации обучения в зависимости от интересов и потребностей школьников. Авторами исследования вариативное обучение в области ИИ рассматривается как компонент вариативного основного общего образования в области информатики, позволяющий предложить различные варианты методической системы обучения информатике благодаря выделению базового и углубленного уровней содержания, а также организации процесса обучения (выбора методов, форм и средств обучения) для реализации различных вариантов образовательных траекторий в зависимости от потребностей субъектов образовательного процесса.

Целью исследования, представленного в статье, стало выявление методических подходов к формированию содержания обучения в области ИИ учащихся основной общеобразовательной школы в условиях вариативного образования, построение модели различных вариантов обучения в области ИИ на уровне основного общего образования и описание принципов реализации предложенной модели обучения.

2. Обзор педагогического опыта обучения школьников в области искусственного интеллекта

Анализ зарубежного опыта обучения школьников в области ИИ показал, что оно находится в зачаточном состоянии, а ИИ, как правило, рассматривается в качестве средства обучения, а не объекта изучения. Например, разработанный в Южной Австралии чат-бот EdChat используется школьниками для получения подсказок и для анализа сложных идей³. В Южной Корее в конце 2023 года была анон-

¹ Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 года № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>; Национальный проект «Цифровая экономика». <http://static.government.ru/media/files/3b1AsVA1v3VziZip5VzAY8RTcLEbdCct.pdf>; Национальный проект «Образование». <https://strategy24.ru/rf/projects/project/view?slug=natsional-nyy-proyekt-obrazovaniye&category=education>

² 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>

³ Learning in the AI era: How South Australia's Department for Education is empowering students and teachers with AI in the classroom. *Microsoft News Center*. 03.11.2023. <https://news.microsoft.com/en-au/features/learning-in-the-ai-era-south-australias-department-for-education>

сирована пробная эксплуатация в школах Сеула роботов-преподавателей английского языка, созданных на основе ИИ¹.

Изучение элементов ИИ сегодня предлагается в США, Китае, Великобритании, Германии, Израиле и ряде других стран, как правило, в старших классах в рамках факультативных курсов. Из перечисленных стран отдельного внимания, по мнению авторов, заслуживает Израиль, где на протяжении последних лет старшеклассникам предлагаются курсы по программированию и технологиям ИИ, в рамках которых разрабатываются компьютерные программы для реализации машинного обучения интеллектуальных систем [5].

Однако правительственные учебные программы, посвященные основам ИИ, до сих пор разработаны не во всех странах (например, они отсутствуют в Канаде, Колумбии, Сингапуре, Эстонии и др.), либо обучение в области ИИ носит междисциплинарный характер и имеет отношение лишь к старшей школе (США), либо информатика как учебный предмет, в рамках которого дается представление об ИИ, предлагается учащимся на выбор в зависимости от региональной принадлежности школы (Германия)².

В отечественных школах элементы ИИ изучаются уже несколько десятилетий, но характер этого обучения фрагментарный, необязательный, и касается оно преимущественно старшеклассников [6, 7].

Сегодня в педагогическом сообществе и на законодательном уровне не ставится под сомнение необходимость освоения технологий ИИ уже в общеобразовательной школе, а также целесообразность расширения содержания курса информатики за счет обучения в области ИИ. По мнению авторов, которое согласуется с мнением российских педагогов (Л. Л. Босовой [8], И. А. Калининым, Н. Н. Самылкиной [9], Л. Н. Ясницким [10]), обучение в области ИИ позволит мотивировать школьников к выбору профессий в области создания и использования систем ИИ в соответствии с запросами информационного общества и цифровой экономики [11].

Отметим, что в последние годы наметилась тенденция к снижению возраста учащихся, начинающих осваивать предметную область ИИ. Сегодня ведущие российские компании реализуют различные образовательные проекты в области ИИ не только для старшеклассников, но и для учащихся основной школы (например, образовательный проект по искусственному интеллекту Сбербанка³), что согласуется с результатами авторов исследования «Системно-

деятельностный подход к обучению искусственному интеллекту в основной школе» [12].

Обучение в области ИИ может реализовываться как на урочных, так и на внеурочных занятиях по различным дисциплинам, а также в проектной и учебно-исследовательской деятельности школьников [8, 13]. Поэтому необходимы исследования, направленные на обоснованное внедрение обучения в области ИИ в общеобразовательной школе, в том числе на уровне основного общего образования.

3. Содержание обучения школьников в области искусственного интеллекта: подходы, цели и признаки

Эффективное внедрение в школьное образование технологий ИИ, их грамотное использование в освоении разных учебных предметов, в различных видах деятельности возможно, на наш взгляд, за счет обучения в области ИИ в общеобразовательном курсе информатики.

При этом необходимо соблюдать баланс между фундаментальной и технологической направленностью обучения с опорой на значительный теоретический и прикладной потенциал информатики.

В условиях вариативности общего образования необходимо формировать содержание вариативного обучения в области ИИ, основанного на фундаментальном, системно-деятельностном и межпредметном подходах.

Фундаментальный подход позволяет выделить инвариантное содержание обучения в области ИИ, обеспечить направленность на систематическое образование школьников. Этот подход **необходимо реализовывать в соответствии со следующими принципами:**

- научности;
- инвариантности;
- универсальности;
- системности;
- целостности;
- интеграции;
- преемственности;
- гуманизации образовательного процесса.

Системно-деятельностный подход является методологической основой общего образования и направлен на оптимальное освоение систем ИИ в различных видах учебно-познавательной деятельности (проектной, учебно-исследовательской) [14, 15], а в дальнейшем и самостоятельно. Анализ методического опыта, накопленного как в России, так и в мире, и требований к образовательным результатам учащихся в условиях цифровизации всех сфер жизнедеятельности (ФГОС) позволил сделать вывод о том, что именно системно-деятельностный подход в обучении школьников в области ИИ **создает условия для их самостоятельной проектной и учебно-исследовательской деятельности, делает учащихся активными**

¹ Seoul to introduce “English tutor robots” for young students. *The Korea Times*. 29.11.2023. https://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2023/11/129_364129.html

² Учебные программы по ИИ для общего образования. Картирование одобренных правительством учебных программ по ИИ. Париж, Франция: ЮНЕСКО; 2023. 66 с. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_rus

³ Всероссийский образовательный проект «Академия искусственного интеллекта для школьников». <https://ai-academy.ru/>

участниками учебно-познавательного процесса.

Межпредметный подход позволяет учитывать подготовку школьников по другим учебным предметам, а также применять знания, сформированные в различных областях.

Формирование содержания вариативного обучения в области ИИ нацелено на выявление:

- разностороннего и целостного представления о современном мире, инвариантных и универсальных элементов культуры [16];
- системообразующих и стержневых знаний и умений;
- обобщенных способов информационной деятельности, универсальных учебных действий;
- межпредметных и внутрипредметных связей курса информатики.

Содержание учебного материала должно:

- соответствовать уровню обученности учащихся и их возрасту [17];
- устанавливать баланс между фундаментальной и технологической направленностью обучения [17, 18], между теоретической и практической подготовкой школьников;
- обеспечивать преемственность между разными уровнями обучения (базовым и углубленным);

- позволять разрабатывать различные варианты обучения школьников — образовательные траектории в области ИИ с гуманитарным наполнением.

Данные требования каждый раз конкретизируются в зависимости от определенного уровня обучения и оформляются в виде ожидаемых результатов получения знаний и умений. Введенные понятия закрепляются и развиваются при дальнейшем обучении в области ИИ.

4. Результаты

4.1. Модель вариативного обучения школьников в области искусственного интеллекта.

Содержание и принципы реализации

На основе сформулированных подходов и требований была разработана модель вариативного обучения школьников в области ИИ на уровне основного общего образования (рис. 1).

Реализация данной модели обучения возможна при соблюдении следующих принципов:

- формирование содержания обучения в области ИИ на базовом и углубленном уровнях должно выполняться *в контексте фундаментализации образования*;



Рис. 1. Модель вариативного обучения учащихся основной школы в области искусственного интеллекта

Fig. 1. The model of variant teaching for basic school students in the field of artificial intelligence

- предлагаемое содержание обучения в области ИИ на базовом и углубленном уровнях может быть реализовано в первую очередь **в курсе информатики основной школы;**
- дальнейшее обучение в области ИИ возможно **в рамках профильной подготовки, в том числе предпрофессиональной подготовки учащихся ИТ-классов;**
- содержание вариативного обучения ИИ должно осваиваться **в контексте системно-деятельностного подхода**, направленного на формирование устойчивой познавательной мотивации, личностно-значимых знаний и самостоятельности школьников.

Отметим, что **содержательная часть предлагаемого подхода к обучению в области ИИ учащихся основной общеобразовательной школы на базовом уровне может основываться на следующих тематических модулях:**

- 1) Искусственный интеллект, который нам помогает.
- 2) Интеллект, который становится искусственным.
- 3) Интеллектуальные системы, которые распознают объекты.
- 4) Интеллектуальные системы, которые распознают речь.
- 5) Интеллектуальные системы, которые играют.
- 6) Роботы, которые обучаются.
- 7) Разработка программ на языке Python.

Для освоения каждого тематического модуля предложено соответствующее учебно-методическое обеспечение, включающее в себя теоретический учебный материал¹, практические задания и лабораторные работы², методические рекомендации [19].

Для углубленного уровня обучения в области ИИ в основной общеобразовательной школе предлагают следующие тематические модули³:

- 1) Искусственный интеллект и интеллектуальные системы.
- 2) Нисходящее моделирование интеллектуальной деятельности.
- 3) Восходящее моделирование интеллектуальной деятельности.
- 4) Машинное обучение интеллектуальных систем.
- 5) Распознавание образов интеллектуальными системами.

- 6) Обработка естественного языка интеллектуальными системами.
- 7) Интеллектуальные игровые системы.
- 8) Интеллектуальные робототехнические системы.
- 9) Разработка интеллектуальных систем средствами языка Python.

Сформированные знания и умения в области ИИ на углубленном уровне в основной общеобразовательной школе позволят подготовить учащихся к профильному обучению, мотивировать школьников к выбору профессий в области создания, использования и защиты интеллектуальных систем, что отвечает запросам информационного общества и цифровой экономики.

4.2. Подготовка учителей для работы с моделью вариативного обучения школьников в области искусственного интеллекта

Авторы исследования понимают, что эффективность обучения школьников в области ИИ достижима лишь при соответствующей подготовке педагогических кадров в вузе, а также при повышении квалификации уже действующих школьных учителей. Только компетентные в области ИИ педагоги смогут обеспечить развитие будущих ИТ-специалистов, начиная со школьной ступени обучения [20]. Учитель информатики должен отслеживать все происходящие изменения и непрерывно совершенствовать свои предметные знания и умения [21], в том числе в области ИИ [22]. При этом без активного вовлечения педагогического сообщества в процессы подготовки и повышения квалификации в условиях незаинтересованности учителей возникает риск имитации деятельности по обучению основам ИИ на уровне основного общего образования [23].

В рамках исследования были разработаны программы по методике обучения основам ИИ для студентов педагогических вузов и школьных учителей информатики⁴. В пилотной апробации одной из программ — «Методика обучения в области искусственного интеллекта учащихся основной школы (на примере V—VI классов)» (36 часов) — приняли участие 40 учителей школ г. Москвы: № 1429, № 1558, № 1679, № 2121.

Анкетирование, проведенное после обучения в 2020 и в 2021 годах среди учителей, прошедших программу повышения квалификации, показало их однозначно положительное отношение к обучению школьников в области ИИ с использованием разработанного учебно-методического материала. Однако мнения педагогов разделились относительно оптимальной формы организации обучения:

- на уроках информатики;

¹ Подробнее см.: Левченко И. В., Садыкова А. Р., Абушкин Д. Б. и др. Искусственный интеллект. V—VI классы: учебное пособие. М.: Образование и Информатика; 2021. 80 с. EDN: DXUVUL.

² Подробнее см.: Левченко И. В., Садыкова А. Р., Абушкин Д. Б. и др. Организация практической деятельности при реализации различных вариантов обучения искусственному интеллекту в основной школе: учебно-методическое пособие. М.: МГПУ; 2024. 168 с. EDN: IAZLHV.

³ Подробнее см.: Левченко И. В., Садыкова А. Р., Абушкин Д. Б. и др. Элективный курс «Основы искусственного интеллекта»: учебное пособие. М.: Образование и Информатика; 2019. 96 с. EDN: JMCRRMX.

⁴ Курс повышения квалификации педагогов «Искусственный интеллект: основы теории и методика обучения в основной школе». Вклад в будущее. Сбep. <https://vbudushee.ru/about/events/s-20-sentyabrya-po-10-oktyabrya-2021-goda-budet-prokhorit-nabor-na-besplatnyy-onlayn-kurs-povysheniya/>

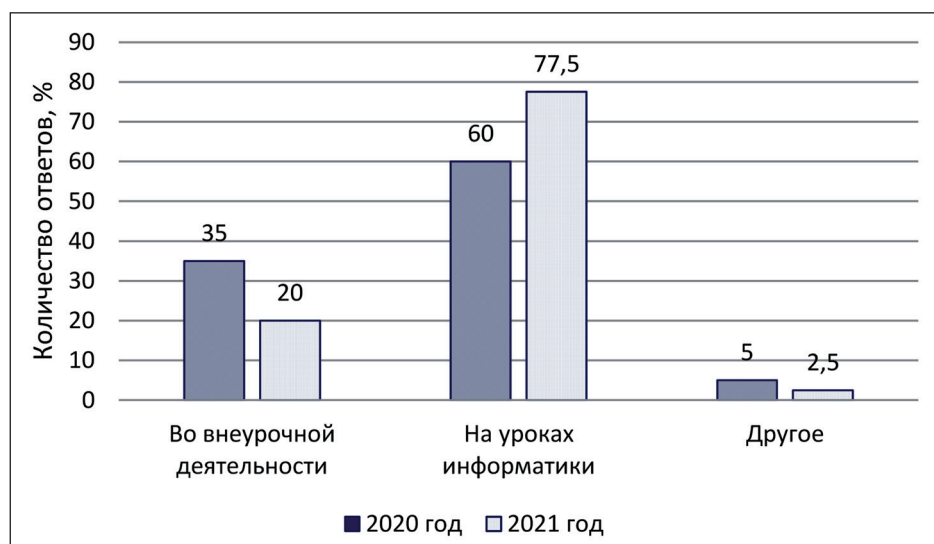


Рис. 2. Результаты анкетирования учителей о предпочтительной форме организации обучения в области искусственного интеллекта

Fig. 2. The results of the survey of teachers about the preferred training organization form in the field of artificial intelligence

- во внеурочной деятельности;
- другие варианты:
 - комбинация предложенных выше;
 - в рамках другой школьной дисциплины;
 - самостоятельное изучение;
 - дополнительное образование вне школы и т. д.

Результаты ответа учителей на вопрос о предпочтительной форме организации обучения представлены на рисунке 2.

Кроме того, в ходе анкетирования была отмечена заинтересованность учителей в различных вариантах обучения в области ИИ в основной общей школе, а разработанные учебные материалы были оценены по четырем критериям (интересность, по-

нятность, сложность, полезность) по шкале от 0 до 10 баллов (рис. 3). Представленная диаграмма демонстрирует, что разработанный учебный материал является не только интересным, понятным и полезным, но и имеет определенный уровень сложности, а значит, стимулирует познавательную деятельность учащихся и предоставляет им возможности для поиска и инсайта.

Таким образом, современные учителя понимают необходимость освоения учащимися знаний и умений в области ИИ уже в основной общеобразовательной школе, а предложенное содержание может позволить реализовать вариативное обучение в области ИИ в рамках как обязательного курса информатики, так и элективных курсов. Однако полученные в ре-

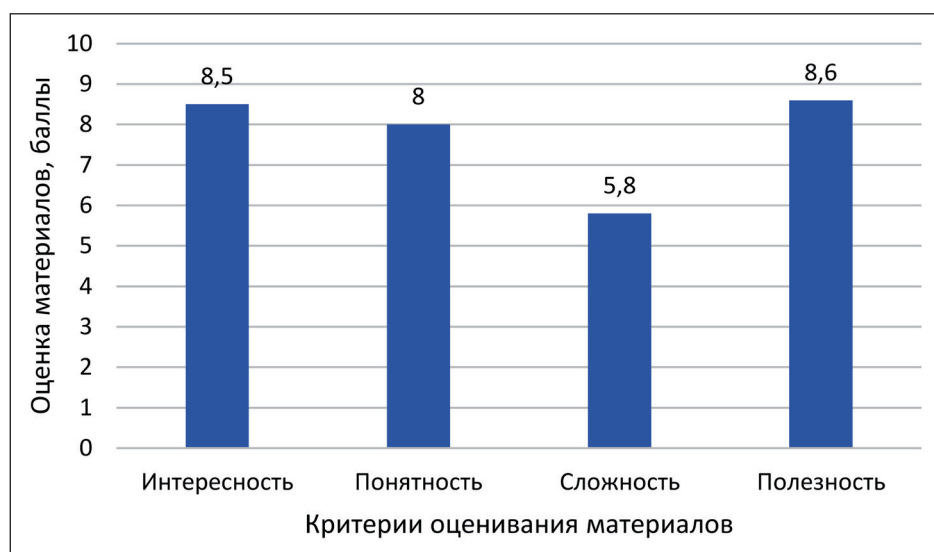


Рис. 3. Результаты анкетирования учителей о характеристиках учебного материала

Fig. 3. The results of the survey of teachers about the characteristics of educational material

зультате анкетирования данные свидетельствуют, что обучение в области ИИ как освоение теоретических основ современных информационных технологий целесообразно реализовывать в первую очередь в курсе информатики основной школы. В курсе информатики учащиеся должны освоить базовое содержание, которое позволит обучаться в области ИИ, закрепляя и развивая ранее сформированные знания и умения.

Результаты проведенного авторами исследования стали методологической основой формирования содержания вариативного обучения в области ИИ учащихся основной школы. Пилотная апробация разработанных учебно-методических материалов показала их востребованность для обучения в области ИИ учащихся основной школы как в рамках обязательного курса по информатике, так и элективных курсов.

5. Заключение

Обучение в области ИИ школьников в разных странах находится на начальном этапе своего развития, и подходы к внедрению ИИ в образование различны. Результаты исследования, представленного в статье, показали, что обучение в области ИИ должно осуществляться в первую очередь в курсе информатики основной школы с учетом как возрастных особенностей учащихся, так и возможной вариативности обучения.

Авторы разработали модель вариативного обучения в области ИИ на уровне основного общего образования, выделили принципы реализации предложенной модели обучения, раскрыли возможность формирования содержания обучения ИИ на основе различных подходов (фундаментального, системно-деятельностного и межпредметного), определили тематические модули для формирования содержания вариативного обучения в области ИИ.

Полученные результаты, в том числе разработанные и апробированные учебно-методические материалы, позволили определить дальнейшую деятельность авторов, направленную на разработку цифровых учебно-методических материалов, на решение организационно-методических вопросов обучения в области ИИ с учетом преемственности содержания обучения на разных уровнях общего образования.

Список источников / References

1. Садыкова А. А. Изучение вопросов искусственного интеллекта в курсе информатики основного общего образования. *Информационные технологии в образовании*. 2023;(6):286–290. EDN: CZWOKI.
2. Самылкина Н. Н., Садыкова А. А. Искусственный интеллект в образовании (AIEd): от прикладных задач информатизации до изучения темы в содержании курса информатики. *Профильная школа*. 2021;9(5):10–24. EDN: XGYXSG. DOI: 10.12737/1998-0744-2021-9-5-10-24.

[Samylkina N. N., Salakhova A. A. Artificial intelligence in education (AIEd): From applied problems of informatization to studying a topic in a computer science course. *Profil'naya Shkola*. 2021;9(5):10–24. (In Russian.) EDN: XGYXSG. DOI: 10.12737/1998-0744-2021-9-5-10-24.]

3. Богданова А. Н., Федорова Г. А. Чат-боты как компонент содержания обучения основам искусственного интеллекта в школе. *Информатика в школе*. 2022;(2(175)):39–45. EDN: VSVSRL. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-2-39-45.

[Bogdanova A. N., Fedorova G. A. Chatbots as a component of the content of teaching the basics of artificial intelligence at school. *Informatics in School*. 2022;(2(175)):39–45. (In Russian.) EDN: VSVSRL. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-2-39-45.]

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

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

5. Sperling A., Lickerman D. Integrating AI and machine learning in software engineering course for high school students. *Proc. 17th ACM Annual Conf. on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE)*. New York, NY, USA, Association for Computing Machinery; 2012:244–249. DOI: 10.1145/2325296.2325354.

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

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

7. Богданова А. Н. Элективный курс «Основы искусственного интеллекта» для учащихся старших классов. *Информатика в школе*. 2021;(7(170)):27–33. EDN: NTVVTB. DOI: 10.32517/2221-1993-2021-20-7-27-33.

[Bogdanova A. N. The elective course “Basics of artificial intelligence” for high school students. *Informatics in School*. 2021;(7(170)):27–33. (In Russian.) EDN: NTVVTB. DOI: 10.32517/2221-1993-2021-20-7-27-33.]

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

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

9. Калинин И. А., Самылкина Н. Н. Информатика. 11 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2013. 256 с. EDN: MQCRQP.

[Kalinin I. A., Samylkina N. N. Informatics. 11th grade. Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy; 2013. 256 p. (In Russian.) EDN: MQCRQP.]

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

[Yasnitsky L. N. Artificial intelligence. Elective course. Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy; 2012. 201 p. (In Russian.) EDN: SUFGEL.]

11. Левченко И. В. Основные подходы к обучению элементам искусственного интеллекта в школьном

курсе информатики. *Информатика и образование*. 2019;(6(305)):7–15. EDN: UCIHSM. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-6-7-15.

[Levchenko I. V. Basic approaches to teaching elements of artificial intelligence in the school course of informatics. *Informatics and Education*. 2019;(6(305)):7–15. (In Russian.) EDN: UCIHSM. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-6-7-15.]

12. Левченко И. В., Садыкова А. Р. Системно-деятельностный подход к обучению искусственному интеллекту в основной школе. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2021;18(2):162–171. EDN: QRADUP. DOI: 10.22363/2312-8631-2021-18-2-162-171.

[Levchenko I. V., Sadykova A. R. System and activity approach to learning artificial intelligence in basic school. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2021;18(2):162–171. (In Russian.) EDN: QRADUP. DOI: 10.22363/2312-8631-2021-18-2-162-171.]

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

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

14. Неупокоева Е. Е., Чапаев Н. К. Системно-деятельностный подход к решению задач развития компьютерной компетенции будущих педагогов профессионального обучения. *Образование и наука*. 2016;(3(132)):106–127. EDN: VRBXVD. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-3-106-127.

[Neupokoeva Ye. E., Chapayev N. K. System and activity approach to the problems solution of computer competence development of future teachers of vocational education. *Education and Science Journal*. 2016;(3(132)):106–127. (In Russian.) EDN: VRBXVD. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-3-106-127.]

15. Розов К. В. Эвристический и проблемный подходы к построению учебных заданий по обучению технологиям искусственного интеллекта. *Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании*. 2022;(5(80)):61–67. EDN: DVKNOU.

[Rozov K. V. Heuristic and problem-based approaches to the construction of learning tasks for teaching artificial intelligence technologies. *Informatsionno-kommunikatsionnyye Tekhnologii v Pedagogicheskom Obrazovanii*. 2022;(5(80)):61–67. (In Russian.) EDN: DVKNOU.]

16. Хеннер Е. К. Вычислительное мышление. *Образование и наука*. 2016;(2(131)):18–33. EDN: VOTUAF. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33.

[Khenner E. K. Computational thinking. *Education and Science Journal*. 2016;(2(131)):18–33. (In Russian.) EDN: VOTUAF. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33.]

17. Самылкина Н. Н. Информатика в старшей школе. Анализ требований образовательных стандартов России и Республики Корея. *Наука и школа*. 2016;(1):132–138. EDN: VRGCCL.

[Samylkina N. N. Informatics in high school. A comparison of educational standards in Russia and the Republic of Korea. *Nauka i Shkola*. 2016;(1):132–138. (In Russian.) EDN: VRGCCL.]

18. Перминов Е. А., Гаджиев Д. Д., Абдуразаков М. М. Об актуальности фундаментализации математической подготовки студентов педагогических направлений в цифровую эпоху. *Образование и наука*. 2019;21(5):86–111. EDN: PIUFNS. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-5-87-112.

[Perminov E. A., Gadzhiev D. D., Abdurazakov M. M. About relevance of fundamentalisation of mathematical training

of students of the pedagogical directions during the digital era. *Education and Science Journal*. 2019;21(5):86–111. (In Russian.) EDN: PIUFNS. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-5-87-112.]

19. Левченко И. В., Садыкова А. Р., Абушкин Д. Б. и др. Методические рекомендации по обучению искусственному интеллекту в основной школе: учебно-методическое пособие. М.: Образование и Информатика; 2021. 48 с. EDN: MMKTJL.

[Levchenko I. V., Sadykova A. R., Abushkin D. B., et al. Methodological recommendations for teaching artificial intelligence in primary schools: Educational and methodological manual. Moscow, Education and Informatics; 2021. 48 p. (In Russian.) EDN: MMKTJL.]

20. Розов К. В. О необходимости изменения содержания профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области искусственного интеллекта. *Информатика и образование*. 2020;(4(313)):12–26. EDN: WQHBLD. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-4-12-26.

[Rozov K. V. About the need to change the content of professional training of a future informatics teacher in artificial intelligence. *Informatics and Education*. 2020;(4(313)):12–26. (In Russian.) EDN: WQHBLD. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-4-12-26.]

21. Босова Л. Л., Босова А. Ю. О профессиональной деятельности учителя информатики в условиях цифровой трансформации образования. *Информатика в школе*. 2021;(7(170)):10–14. EDN: VUDIVU. DOI: 10.32517/2221-1993-2021-20-7-10-14.

[Bosova L. L., Bosova A. Yu. About the professional activity of an informatics teacher in the context of digital transformation of education. *Informatics in School*. 2021;(7(170)):10–14. (In Russian.) EDN: VUDIVU. DOI: 10.32517/2221-1993-2021-20-7-10-14.]

22. Баракина Е. Ю., Попова А. В., Горюхова С. С., Voskovskaya A. S. Digital technologies and artificial intelligence technologies in education. *European Journal of Contemporary Education*. 2021;10(2):285–296. EDN: HPQKEU. DOI: 10.13187/ejced.2021.2.285.

23. Фролова Е. В., Рогач О. В., Рыбакова Т. М. Digitalization of education in modern scientific discourse: New trends and risks analysis. *European Journal of Contemporary Education*. 2020;9(2):313–336. EDN: HZBCWN. DOI: 10.13187/ejced.2020.2.313.

Информация об авторах

Левченко Ирина Витальевна, доктор пед. наук, профессор, профессор департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1388-4269>; e-mail: levchenkoiv@mgpu.ru

Садыкова Альбина Рифовна, доктор пед. наук, доцент, начальник департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1413-200X>; e-mail: sadykovaar@mgpu.ru

Меренкова Полина Алексеевна, старший преподаватель департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4774-8668>; e-mail: kukhtinapa@mgpu.ru

Information about the authors

Irina V. Levchenko, Doctor of Sciences (Education), Professor, Professor at the Department of IT, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1388-4269>; e-mail: levchenkoiv@mgpu.ru

Albina R. Sadykova, Doctor of Sciences (Education), Docent, Head of the Department of IT, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1413-200X>; *e-mail*: sadykovaar@mgpu.ru

Polina A. Merenkova, Senior Lecturer at the Department of IT, Management and Technology, Institute of Digital Education,

Moscow City University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-4774-8668>; *e-mail*: kukhtinapa@mgpu.ru

Поступила в редакцию / Received: 11.12.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 06.03.24.

Принята к печати / Accepted: 12.03.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-25-33

ЭВОЛЮЦИЯ ЦИФРОВЫХ НАВЫКОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ КАК ИСТОЧНИК ТРАНСФОРМАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ОРГАНИЗАЦИЯХ ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В. А. Захарова¹, К. Б. Егоров¹, А. Ю. Скорнякова¹ ✉, И. П. Половина¹¹ Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия

✉ skornyakova_anna@pspu.ru

Аннотация

Владение цифровыми навыками — одно из требований современного мира. Цифровые навыки принято разделять на профессиональные и пользовательские. Профессиональные навыки формируются в системах среднего, высшего и дополнительного профессионального образования. Пользовательские навыки могут быть освоены в системе общего образования. Границы между профессиональными и пользовательскими цифровыми навыками все больше стираются, и, следовательно, требуется переосмысление требований к результатам профессионального и общего образования в части формирования цифровых навыков.

Материалом описанного в статье исследования послужили результаты независимой оценки цифровых навыков учащихся VIII классов, выполненной по заказу департамента образования администрации города Перми. Содержание независимой оценки было разработано с учетом современных международных исследований качества образования и базового представления о том, что цифровая грамотность каждого пользователя вносит вклад в развитие честного, справедливого и безопасного цифрового общества. Статья подготовлена как междисциплинарная публикация, интегрирующая аспекты общей и профессиональной педагогики, методики преподавания математики и информатики.

Исследование позволило выявить новые возможности формирования и оценки цифровых навыков обучающихся общеобразовательных организаций и на этой основе сформулировать рекомендации для подготовки учителей математики и информатики, касающиеся как содержания названных дисциплин, так и методики их преподавания.

Ключевые слова: цифровые навыки, общее образование, педагогическое образование, функциональная грамотность, цифровая грамотность, программное обеспечение, преподавание информатики.

Для цитирования:

Захарова В. А., Егоров К. Б., Скорнякова А. Ю., Половина И. П. Эволюция цифровых навыков обучающихся как источник трансформации учебного процесса в организациях общего и профессионального образования. *Информатика и образование*. 2024;39(2):25–33. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-25-33.

THE EVOLUTION OF STUDENTS' DIGITAL SKILLS AS A SOURCE OF TRANSFORMATION OF THE LEARNING PROCESS IN GENERAL AND VOCATIONAL EDUCATION ORGANIZATIONS

V. A. Zakharova¹, K. B. Egorov¹, A. Yu. Skornyakova¹ ✉, I. P. Polovina¹¹ Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

✉ skornyakova_anna@pspu.ru

Abstract

Mastering digital skills is one of the requirements of the modern world. Digital skills are usually divided into professional and user skills. Professional skills are formed in the systems of secondary, higher, and additional vocational education. User skills can be mastered in the system of general education. The boundaries between professional and user digital skills are increasingly blurred, and, therefore, it is necessary to rethink the requirements for the results of professional and general education in terms of the formation of digital skills.

The material of the described study were the results of an independent assessment of digital skills of 8th grade students commissioned by the Department of Education of the Perm City Administration. The content of the independent assessment was designed considering modern international studies on the quality of education as well as primary idea that the digital literacy of each user promotes the building of a conscientious, fair, and secure digital community. The article has been prepared as an interdisciplinary publication that

integrates aspects of general and professional pedagogy, methods of teaching mathematics and informatics, and the technical aspect of using software for processing large amounts of data.

The study revealed new opportunities for the formation and assessment of digital skills of students of general educational organizations and, as a consequence, formulated recommendations for the training of teachers of mathematics and informatics both in terms of the disciplines content and teaching methods.

Keywords: digital skills, general education, teacher education, functional literacy, digital literacy, software, informatics teaching.
For citation:

Zakharova V. A., Egorov K. B., Skorniyakova A. Yu., Polovina I. P. The evolution of students' digital skills as a source of transformation of the learning process in general and vocational education organizations. *Informatics and Education*. 2024;39(2):25–33. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-25-33.

1. Введение

Актуальность цифровой трансформации как приоритетного направления в развитии различных сфер, касающихся жизни российского общества (здравоохранения, выборов, образования, госуслуг и др.), определена на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. Президент Российской Федерации В. В. Путин в своем выступлении на совещании с членами Правительства 19 июля 2023 года отметил, что Россия является одним из глобальных лидеров в сфере цифровой трансформации и необходимо не останавливаться в развитии: «Эти позиции важно постоянно укреплять, и делать это нужно на собственной научной и технологической базе»¹.

На федеральном уровне с целью решения задачи по обеспечению ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере правительством Российской Федерации сформирована национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»². В рамках этой программы действует федеральный проект «Кадры для цифровой экономики»³, который обеспечивает подготовку ИТ-специалистов в вузах. В системе общего образования должны быть созданы необходимые предпосылки к освоению обучающимися обязательных для цифровой экономики образовательных программ.

Министерство просвещения Российской Федерации в рамках федерального проекта «Цифровая образовательная среда»⁴ создает сеть центров цифрового образования «ИТ-куб», совершенствует образовательную среду в общеобразовательных организациях, вносит изменения в федеральные образовательные программы и в примерные рабочие программы общеобразовательных учреждений.

На региональном уровне задача модернизации общего образования в соответствующем аспекте ставится, например, распоряжением правительства Пермского края «Об утверждении Стратегии цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Пермского края на период до 2024 года и плановый период до 2030 года»⁵.

В рамках стратегии развития системы образования города Перми в число мероприятий приоритетного направления «Цифровая трансформация» муниципальной программы «Доступное и качественное образование» включена ежегодная независимая оценка цифровых навыков обучающихся общеобразовательных организаций⁶.

Цифровая экономика ведет к изменениям в подготовке кадров на разных уровнях образования [1]. Сфера информационных технологий повышает требования к степени сформированности профессиональной компетентности сотрудников.

По оценке Министерства цифрового развития РФ, дефицит разработчиков программного обеспечения высок, при этом заметны избыток специалистов начального уровня и недостаток разработчиков высокого уровня. По данным крупнейшей российской компании интернет-рекрутмента HeadHunter, количество откликов на ИТ-вакансии в России в первом квартале 2023 года увеличилось на 44 % по сравнению с аналогичным периодом 2022 года (до 23,4 млн откликов). При этом количество размещенных вакансий за тот же период увеличилось лишь на 7 % (до 274,9 тыс. вакансий)⁷. Как отмечает президент объединения компаний-разработчиков программного обеспечения России «Руссофт» В. Л. Макаров, на российском рынке труда в ИТ-сфере в 2023 году фиксируется «переизбыток кандидатов на позиции

¹ Совещание с членами Правительства. *Президент России*. 19.07.2023. <http://kremlin.ru/catalog/keywords/79/events/71699>

² 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>

³ Направление «Кадры для цифровой экономики». *Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации*. <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/866/>

⁴ Федеральный проект «Цифровая образовательная среда». *Министерство просвещения Российской Федерации*. <https://edu.gov.ru/national-project/projects/cos/>; Паспорт федерального проекта «Цифровая образовательная среда». https://academia-moscow.ru/download/ЦОС_нацпроект.pdf

⁵ Распоряжение правительства Пермского края от 18 августа 2022 года № 294-рп «Об утверждении Стратегии цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Пермского края на период до 2024 года и плановый период до 2030 года». <https://docs.cntd.ru/document/406311341>

⁶ Подробнее см. п. 1.4.1.2.2.8 Постановления администрации города Перми от 27 декабря 2019 года № 1111 «О внесении изменений в муниципальную программу “Доступное и качественное образование”, утвержденную Постановлением администрации города Перми от 19 октября 2018 года № 792». <https://docs.cntd.ru/document/561662972?marker>

⁷ Корнев Т. Количество откликов на ИТ-вакансии в РФ в январе–мае увеличилось на 44 %. *КоммерсантЪ*. 05.06.2023. <https://www.kommersant.ru/doc/6027486>

junior с завышенными ожиданиями по зарплате и низкой квалификацией, не позволяющей брать их на работу. И сейчас речь скорее должна идти не о том, как перестать мотивировать молодых людей учиться программированию, а о том, как стимулировать учебные центры ИТ-компаний довести уровень людей, прошедших псевдообучение на дистанционных курсах, до уровня junior+»¹.

Эксперты обращают внимание, что дефицит кадров, который сформировался в радиоэлектронной отрасли, сопровождается «низким качеством образования сотрудников средних специальностей, которых готовят техникумы: <...> нехватка специалистов со среднеспециальным образованием оценивается на уровне 40–60 %»².

Таким образом, для создания необходимых условий подготовки квалифицированных специалистов в сфере информатики и вычислительной техники в учреждениях высшего и среднего специального образования уровень подготовки абитуриентов (вчерашних выпускников учреждений общего образования) должен стать выше [2, 3].

Опираясь на тенденции, представленные в международных исследованиях цифровых навыков сегодняшних выпускников общеобразовательных школ [4, 5], на современный инструментарий оценки цифровых компетенций [6], а также на обновленные рабочие программы по предметам «Информатика»³ и «Математика»⁴ основного общего образования для базового и углубленного уровней, учитывая российский [7] и международный опыт независимой оценки качества образования, авторы статьи подготовили рабочие материалы для проведения независимой оценки цифровых навыков учеников VIII классов и провели указанную экспертизу. **Цель статьи** — проанализировать результаты независимой оценки, исследовать трансформацию цифровых навыков учеников и сформулировать на основе экспертизы методические рекомендации педагогам.

2. Методология и методы исследования

В качестве отправной точки исследования авторы опирались на интерпретацию понятия «цифровые навыки» как компонента функциональной грамотности и профессиональной компетентности, предполагающей решение «профессиональных задач на основе знаний и умений эффективного применения цифровых технологий» [8].

Кроме того, авторы приняли во внимание влияние цифровой среды на развитие учащихся и их безопасность [9], а также различные проблемы современной цифровой педагогики (например, недостаточное количество показателей, отражающих использование цифровых инструментов в жизни, обучении и производстве, необходимость развития цифровой культуры преподавателей, трудности внедрения цифрового обучения в систему высшего образования и др.) [10]. Базой методологии являлись:

- концептуальные положения международных исследований качества образования в аспекте цифровых навыков⁵, в частности, представление о том, что цифровая грамотность позволяет «понимать, использовать, участвовать, влиять и вносить вклад в развитие как цифрового мира, так и честного, справедливого и безопасного цифрового общества»⁶;
- принципы управления системами цифровых образовательных данных [11];
- принципы независимой оценки в сфере образования [12];
- научное обоснование междисциплинарного подхода в педагогических исследованиях [13];
- подход к проектированию заданий (кейс-тест) [14];
- обучение анализу и оценке информации, а также критическому мышлению как способам развития навыков обучающихся в освоении цифрового пространства [15].

3. Основные результаты исследования

Повышение требований к выпускникам общеобразовательных учреждений с точки зрения цифровых навыков нашло отражение в новых редакциях образовательных программ по предмету «Информатика» для VII–IX классов. Программы получили обновленное наполнение не только на уровне углубленного изучения информатики, но и на базовом уровне: содержание понятия «цифровые навыки» дополнилось и обогатилось с учетом тенденции к миграции профессиональных навыков в пользовательские (то есть превращения профессиональных навыков во всеобщую цифровую грамотность). На-

¹ Макаров В. Дисбаланс на ИТ-рынке труда. *Telegram*. 05.06.2023. https://t.me/makarov_russoft/337

² Королев Н. А мы монтажники-досрочники, да. *Коммерсантъ*. 15.05.2023. <https://www.kommersant.ru/doc/5986215>

³ Федеральная рабочая программа основного общего образования. Информатика (базовый уровень). Для VII–IX классов образовательных организаций. https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/15_ФРП-Информатика-7-9-классы_база.pdf; Федеральная рабочая программа основного общего образования. Информатика (углубленный уровень). Для VII–IX классов образовательных организаций. https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/16_ФРП_Информатика_7-9-классы_угл.pdf

⁴ Федеральная рабочая программа основного общего образования. Математика (базовый уровень). Для V–IX классов образовательных организаций. https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/13_ФРП_Математика_5-9-классы_база.pdf; Федеральная рабочая программа основного общего образования. Математика (углубленный уровень). Для VII–IX классов образовательных организаций. https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/14_ФРП_Математика-7-9-классы_угл.pdf

⁵ PISA 2024. Strategic vision and direction for science: A vision for what young people should know about science and be able to do with science in the future. Final Draft. OECD; 2020. 28 p. <https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA-2024-Science-Strategic-Vision-Proposal.pdf>

⁶ Ibid. P. 6.

ВАРИАНТ 1. Задание 14.

Для визуального представления информации, отражающей системные связи между целым и его частями, могут применяться интеллект-карты (mind-maps). На рисунке изображен пример интеллект-карты из учебника информатики 7 класса авторов К.Ю. Полякова и Е.А. Еремина.



Какое ключевое понятие характеризует данная интеллект-карта?

- Исполнитель
- Управление
- Алгоритм
- Система команд

Рис. 1. Пример задания «Моделирование и представление данных»

Fig. 1. An example of the task "Modeling and data presentation"

пример, в федеральных рабочих образовательных программах по предмету «Информатика» на базовом и углубленном уровнях в VII классе в раздел «Цифровая грамотность» включена тема «Параллельные вычисления», в раздел «Компьютерные сети» — тема «Сетевой этикет, базовые нормы информационной этики и права при работе в интернете», а также «Стратегии безопасного поведения в интернете».

На этой основе было разработано новое содержание независимой оценки цифровых навыков для учащихся общеобразовательных организаций города Перми, проведенной в рамках мероприятий приоритетного направления «Цифровая трансформация» муниципальной программы «Доступное и качественное образование».

Содержание независимой оценки цифровых навыков учащихся VIII классов сформировано на основе обновленных федеральных рабочих программ

по предмету «Информатика» (базового и углубленного уровня). **Материалы независимой оценки содержали 20 заданий с автоматизированной проверкой** (14 заданий (70 %) — базового уровня, 6 заданий (30 %) — повышенного уровня), которые были размещены на электронной платформе городского департамента образования.

Пример задания для оценки уровня владения цифровым навыком «Моделирование и представление данных (структурирование данных)» показан на рисунке 1. В ходе выполнения данного задания проверяется умение структурировать информацию, представлять данные в различной форме, моделировать, т. е. преобразовывать объект из чувственной формы в модель, где выделены его существенные характеристики.

Пример задания для оценки уровня владения цифровым навыком «Распределенные системы и па-

Дано математическое выражение. Укажите, какие действия можно одновременно (параллельно) выполнять нескольким ученикам на первом этапе вычисления (для ускорения процесса вычисления значения выражения).

$$\overset{1}{(35-20)}:\overset{2}{3}+\overset{3}{8}\cdot\overset{4}{6}$$

- 1
- 2
- 3
- 4

Рис. 2. Пример задания «Распределенные системы и параллельные вычисления»

Fig. 2. An example of the task "Distributed systems and parallel computing"

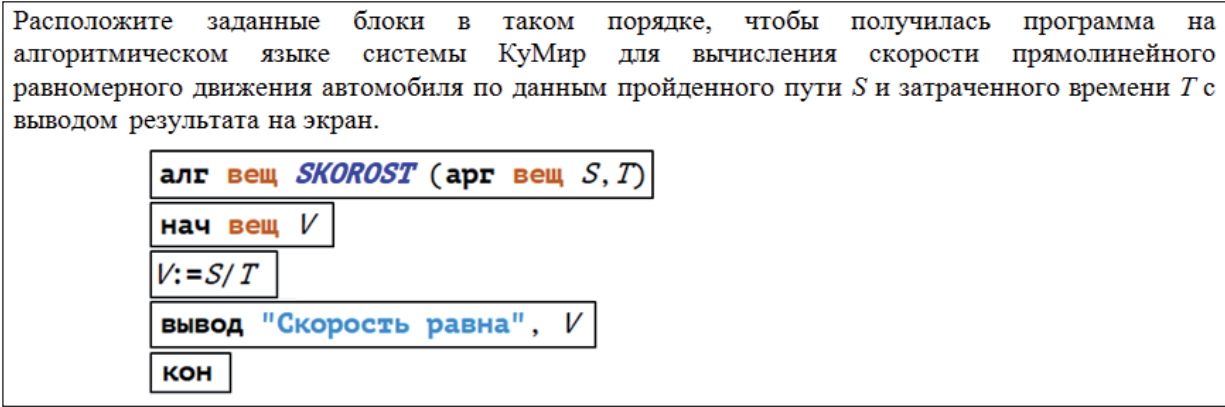


Рис. 3. Пример задания «Программирование и языки программирования»
Fig. 3. An example of the task «Programming and programming languages»

раллельные вычисления» представлен на рисунке 2. В ходе выполнения данного задания оценивается умение реализовывать системный эффект от объединения усилий (параллельность двух уровней: уровня операндов и уровня инструкций).

На рисунке 3 приведен пример правильного выполнения задания для оценки уровня владения цифровым навыком «Программирование и языки программирования». Первоначально блоки алгоритма предъявлялись тестируемому вразброс, а он, например, путем «перетаскивания» блоков, составлял алгоритм. Задание проверяет умение разрабатывать алгоритмы по управлению учебным исполнителем и навык конструирования и моделирования с использованием материальных конструкторов с компьютерным управлением.

В независимой оценке приняли участие более 9 тысяч учащихся VIII классов общеобразовательных организаций города Перми (80 % от общего

количества учащихся VIII классов муниципальных общеобразовательных учреждений города). Это школьники 94 общеобразовательных организаций (93 % всех школ города). В независимой оценке не принимали участие ученики школ для детей с ограниченными возможностями здоровья.

Материалы для независимой оценки цифровых навыков включали в себя 7 групп цифровых навыков (компетенций) [4], соотносимых с группами умений в международной программе по оценке образовательных достижений учащихся PISA¹ (табл. 1). Результаты независимой оценки были обработаны в содержательном отношении (по компетенциям и заданиям) и прошли экспертную оценку.

Анализ итогов независимой оценки в аспекте компетенций показал, что результаты выполнения заданий распределяются неравномерно (рис. 4, табл. 2).

¹ PISA 2024. Р. 27.

Таблица 1 /Table 1

Корреляция оцениваемых компетенций с компетенциями программы PISA
The correlation of assessed skill groups with PISA competencies

№ п/п	Цифровые компетенции	
	Обозначение в рамках независимой оценки (г. Пермь)	Обозначение в программе PISA
1	Алгоритмизация	Algorithms
2	Моделирование и представление данных (или структурирование данных)	Representation and modeling of data
3	Компьютерное моделирование автоматизации систем/ видов деятельности	Automata (computational model)
4	Программирование и языки программирования	Programs/programming languages
5	Оценка возможности и способов автоматизации систем/ видов деятельности	Computability
6	Оценка эффективности (сложности) алгоритмов и программ, систем автоматизации	Complexity
7	Распределенные системы и параллельные вычисления	Distributed/parallel computation and concurrency

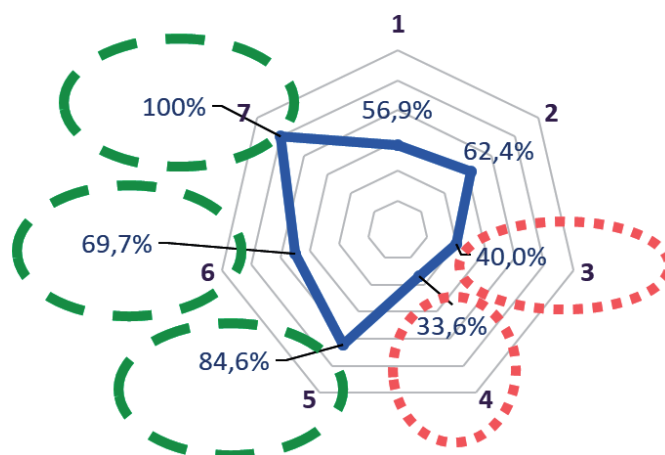


Рис. 4. Результаты выполнения заданий по группам умений

Fig. 4. The results of task performance by skill groups

Наилучшие результаты (выше 50 %) получены по трем группам умений и обозначены штриховой зеленой линией на диаграмме (см. рис. 4):

- распределенные системы и параллельные вычисления (100 %);
- оценка возможности и способов автоматизации систем/видов деятельности (84,6 %);
- оценка эффективности (сложности) алгоритмов и программ, систем автоматизации (69,7 %).

Результаты на среднем уровне (близкие к 50 %) получены по двум группам умений и обозначены сплошной синей линией на диаграмме:

- алгоритмизация (56,9 %);
- моделирование и представление/структурирование данных (62,4 %).

Наихудшие результаты (менее 50 %) получены по двум группам умений, обозначенным пунктирной розовой линией на диаграмме:

- программирование и языки программирования (33,6 %);
- компьютерное моделирование автоматизации систем/видов деятельности (40,0 %).

Наименьший процент выполнения заданий по группам умений (компетенций) «Компьютерное моделирование автоматизации систем/видов деятельности» и «Программирование и языки программирования», в частности, связан с тем, что большинство учеников в курсе математики и информатики к моменту выполнения работы в рамках независимой оценки еще не сталкивались с языками программирования и различными исполнителями алгоритмов. В то же время в примерных рабочих программах по математике и информатике понятия «алгоритм» и «моделирование» встречаются с начальной школы, а задания теста по вышеуказанным группам компетенций предусматривали оперирование с командами

Таблица 2/ Table 2

Результаты выполнения заданий по группам умений (компетенциям)

The results of completing tasks by groups of skills (competencies)

№ п/п	Группы умений (компетенции)	Максимальное количество баллов	% выполнения
1	Алгоритмизация	6	56,9
2	Моделирование и представление/структурирование данных	6	62,4
3	Компьютерное моделирование автоматизации систем/видов деятельности	4	40,0
4	Программирование и языки программирования	4	33,6
5	Оценка возможности и способов автоматизации систем/видов деятельности	2	84,6
6	Оценка эффективности (сложности) алгоритмов и программ, систем автоматизации	1	69,7
7	Распределенные системы и параллельные вычисления	3	100
	Итого	26	

исполнителя на русском языке и не предполагали написание программ с нуля.

Проведенный анализ позволил сформулировать выводы и рекомендации для двух категорий участников образовательного процесса: для учителей математики и для учителей информатики.

3.1. Рекомендации для учителей математики

С целью повышения уровня сформированности рассматриваемых групп умений (компетенций) **рекомендуем при обучении математике:**

- **использовать разные способы описания алгоритмов** для решения одной и той же задачи (словесную форму записи алгоритма как плана действий; в виде графа и др.);
- **включать в процесс обучения математике задания** по типу «Выполнить вычисления по заданной схеме», «Составить выражение по заданной схеме», «По заданному выражению составить схему и по ней выполнить вычисления»;
- **включать в учебный процесс моделирование** не только как метод обучения математике, но и **как объект изучения**, в частности, при воспроизведении учениками учебного содержания в знаково-символической форме;
- **акцентировать внимание школьников на целостном представлении о математике** как языке науки, как источнике методов познания окружающей действительности, как науке, имеющей многосторонние межпредметные связи и связи с жизненным опытом каждого человека.

3.2. Рекомендации для учителей информатики

С целью повышения уровня сформированности рассматриваемых групп умений (компетенций) **рекомендуем при обучении информатике:**

- **рассматривать разные алгоритмы для выполнения одной операции при решении задач**, проводить с учениками сравнительный анализ этих алгоритмов, обсуждать ситуации выбора того или иного алгоритма;
- **начинать** знакомить учащихся с программированием **с реализации графики** (рисования объектов с помощью графических примитивов, анимации), поскольку этот раздел программирования наиболее интересен для учеников (например, с системы «КуМир»¹, выбрав исполнителя «Рисователь»);
- **акцентировать внимание на формировании у школьников** умения использовать информационно-коммуникационные технологии для решения информационных задач: применять существующие средства информационно-коммуникационных технологий для сбора, обработки и передачи информации и решать информационные задачи с помощью

этих технологий (составлять алгоритмы и применять их в разработке программ для обработки информации);

- **включать в учебный процесс задания творческого характера, мини-проекты** с целью учета индивидуальных особенностей каждого учащегося и активизации его познавательных способностей (возможные темы: «Информационная модель компьютерного класса будущего», «Информационная модель устройства вывода информации будущего», «Учебная аудитория нашей мечты» и др.);
- **закреплять знания** о технологических приемах, в частности, **при решении** нескольких (трех-четырех) **информационных задач развивающего характера:** демонстрировать школьникам, как выполняется та или иная операция и с какой целью, для чего можно ею воспользоваться при решении конкретной информационной, практической задачи;
- **организовывать обучение информатике с учетом принципа практической направленности** (при изучении информатики у школьников должны формироваться умения и навыки, которые в условиях информатизации образования становятся необходимыми не только в учебе, но и в повседневной жизни, при выполнении индивидуальных и коллективных проектов, в дальнейшем освоении профессий) **и принципа многофункциональности** (помнить, что подавляющее большинство заданий выполняет несколько функций, направленных на формирование разных составляющих информационно-коммуникационной компетентности: предметной (технологической), общеучебной и развивающей).

4. Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. **В общепедагогическом аспекте:** условия развития общества и современная экономика, а также взгляд в недалекое будущее меняют требования к формированию цифровых навыков, смещая границы между пользовательскими и профессиональными навыками. Умения и навыки, которые несколько лет назад относились к профессиональным, сегодня считаются к пользовательским, то есть относятся к общей цифровой грамотности. Это отражает динамичность содержания и объема понятия «цифровая грамотность» как разновидности функциональной грамотности.
2. **В профессионально-педагогическом аспекте:** в процессе подготовки современного учителя в педагогических вузах целесообразно акцентировать внимание будущих учителей на изменчивости объема и содержания понятия «функциональная грамотность» как основы

¹ Система программирования «КуМир». <https://www.niisi.ru/kumir/>

для формирования требований к результатам общего образования, влияющим на требования к профессиональной компетенции учителя [16]; целесообразно также усилить междисциплинарные аспекты в подготовке педагога [17].

3. В методическом аспекте: необходимо включить в программы курсов методики преподавания математики и информатики изучение новых тем, входящих в федеральные программы по предметам (алгоритмы и структуры данных, языки программирования, параллельные вычисления).

Отметим, что настоящая публикация подготовлена с целью активизировать обсуждение заявленной темы. Авторы исследования не претендуют на полноту ее раскрытия, лишь обозначая научный интерес к каждому из представленных аспектов.

Финансирование

Исследование выполнено по заказу департамента образования администрации города Перми.

Funding

The study was commissioned by the Department of Education of the Perm City Administration.

Благодарности

Авторы статьи выражают благодарность департаменту образования администрации города Перми, педагогам и руководителям общеобразовательных организаций города Перми, а также студентам Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета за активное обсуждение проблемы независимой оценки цифровых навыков обучающихся.

Acknowledgments

The authors of the article express gratitude to the Department of Education of the Perm City Administration, teachers and heads of general education organizations of the city of Perm, as well as students of the Perm State Humanitarian Pedagogical University for the active discussion of the problem of independent assessment of students' digital skills.

Список источников / References

1. Касьянова Е. В., Сафонов К. В. Современные требования к подготовке ИТ-бакалавров. *Информатика и образование*. 2023;38(2):84–95. EDN: QGBNFF. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-2-84-95.
[Kasyanova E. V., Safonov K. V. Current requirements for the training of IT bachelors. *Informatics and Education*. 2023;38(2):84–95. (In Russian.) EDN: QGBNFF. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-2-84-95.]
2. Безукладников К. Э., Безукладников В. К., Прохорова А. А. Исследование лингвоцифровой компетенции в контексте общей функциональной грамотности. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики*. 2022;(2):105–121. EDN: CSPLQK. DOI: 10.15593/2224-9389/2022.2.9.
[Bezukladnikov K. E., Bezukladnikov V. K., Prokhорова A. A. Linguo-digital literacy or competence? Functional literacy problem study. *Vestnik Permskogo Natsional'nogo Issledovatel'skogo Politehnicheskogo Universiteta. Problemy Yazykoznanii i Pedagogiki*. 2022;(2):105–121. (In Russian.) EDN: CSPLQK. DOI: 10.15593/2224-9389/2022.2.9.]
3. Черных С. И., Байбулатова Д. В. Национальный проект (программа) «Цифровая экономика Российской Федерации»: проблемы целеполагания и финансирования. *ЭТАП: Экономическая Теория, Анализ, Практика*. 2023;(2):19–38. EDN: MOVVZO. DOI: 10.24412/2071-6435-2023-2-19-38.

[Chernykh S. I., Baibulatova D. V. National project (program) “Digital economy of the Russian Federation”: Problems of goal-setting and financing. *ETAP: Ekonomicheskaya Teoriya, Analiz, Praktika*. 2023;(2):19–38. (In Russian.) EDN: MOVVZO. DOI: 10.24412/2071-6435-2023-2-19-38.]

4. Polizzi G. Digital literacy and the national curriculum for England: Learning from how the experts engage with and evaluate online content. *Computers & Education*. 2020;152:103859. DOI: 10.1016/j.compedu.2020.103859.

5. Zhamankarin M. M., Sivinskiy A. M., Aitkenova M. K., Zhanibekov M. B. Studying and enhancing the methods for distance teaching of computer science in Kazakh secondary school students during the pandemic. *Education and Science Journal*. 2023;25(2):138–163. EDN: TXECET. DOI: 10.1016/j.compedu.2020.103859.

6. Gordashnikova O. Yu., Fedorchuk Yu. M., Kuznetsov A. N. Digital competency of a school principal: The 21st century skill development. *Proc. 13th Int. Conf. on Education and New Learning Technologies (EDULEARN21)*. Spain, IATED Academy; 2021:835–841. EDN: JGXXXR. DOI: 10.21125/edulearn.2021.0226.

7. Басюк В. С., Ковалева Г. С. Инновационный проект Министерства просвещения «Мониторинг формирования функциональной грамотности»: основные направления и первые результаты. *Отечественная и зарубежная педагогика*. 2019;4(61):13–33. EDN: QHDFQS.

[Basyuk V. S., Kovaleva G. S. Innovative project of the Ministry of education “Monitoring of functional literacy development”: The main directions and the first results. *Otechestvennaya i Zarubezhnaya Pedagogika*. 2019;4(61):13–33. (In Russian.) EDN: QHDFQS.]

8. Ремизова Н. У., Гребенюк Е. Н., Рыкова Б. В., Курбангалиева Ю. Ю. Формирование цифровых компетенций и навыков обучающихся при использовании современных информационно-коммуникационных технологий. *Гуманитарные науки*. 2022;4(60):77–81. EDN: SYUUBO.

[Remizova N. U., Grebenyuk Ye. N., Rykova B. V., Kurban-galiyeva Yu. Yu. Developing learners' digital competencies and skills in the use of modern information and communication technologies. *Gumanitarnyye Nauki*. 2022;4(60):77–81. (In Russian.) EDN: SYUUBO.]

9. Насибуллина А. Д. Влияние цифровой среды на развитие цифровых навыков обучающихся с ОБЗ. *Проблемы современного педагогического образования*. 2023;(80–3):199–202. EDN: SGMPQD.

[Nasibullina A. D. The impact on the digital environment on the development of digital skills of students with disabilities. *Problemy Sovremennogo Pedagogicheskogo Obrazovaniya*. 2023;(80–3):199–202. (In Russian.) EDN: SGMPQD.]

10. Volkova L. V., Lizunova L. R., Komarova I. A. Digital pedagogy: Problems and solutions. *Política e Gestão Educacional*. 2021;25(S5):3140–3152. EDN: PBPLIC. DOI: 10.22633/rpge.v25iesp.5.16003.

11. Fiofanova O. A., Panarin A. A., Klimin S. V. The management structure of digital educational data systems and organizational approaches to modeling and analysis of educational data in the countries of the world. *Revista Tempos e Espaços em Educação*. 2020;13(32):14286. EDN: UELHYZ. DOI: 10.20952/revtee.v13i32.14286.

12. Варламова Д. В., Веретенникова О. И. Проблемы внедрения системы независимой оценки квалификации в сфере труда и образования. *Управление экономическими системами: электронный научный журнал*. 2019;(5(123)):38. EDN: CHNQNF.

[Varlamova D. V., Veretennikova O. I. Problems of implementing of the system of independent assessment of qualifications in the field of labor and education. *Upravleniye Ekonomicheskimi Sistemami: Elektronnyy Nauchnyy Zhurnal*. 2019;(5(123)):38. (In Russian.) EDN: CHNQNF.]

13. Снопкова Е. И. Актуальность междисциплинарного подхода в педагогических исследованиях: научное обо-

снование. *Интеграция образования*. 2015;19(1):111–117. EDN: TLIOTD. DOI: 10.15507/Inted.078.019.201501.111.

[Snopkova E. I. The topicality of an interdisciplinary approach in pedagogical research: Scientific rationale. *Integration of Education*. 2015;19(1):111–117. (In Russian.) EDN: TLIOTD. DOI: 10.15507/Inted.078.019.201501.111.]

14. Smirnov E. I., Skornyakova A. Yu., Tikhomirov S. A. Case tests as a tool for identifying of teacher's professional deficits in the interpretation of complex knowledge. *Perspectives of Science and Education*. 2022;(4(58)):557–577. EDN: XUJSGS. DOI: 10.32744/pse.2022.4.33.

15. Тихомирова Г. В., Уварова Л. Н., Корнеева Н. Ю., Кудисова Е. А., Журавлев Н. М. Пути совершенствования педагогических подходов к развитию навыков обучающихся в области освоения цифрового пространства. *Московский экономический журнал*. 2023;8(5):37. EDN: IPWGHP. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_5_212.

[Tikhomirova G. V., Uvarova L. N., Korneeva N. Yu., Kudisova E. A., Zhuravlev N. M. Ways to improve pedagogical approaches to the development of students' skills in the field of digital space development. *Moscow Economic Journal*. 2023;8(5):37. (In Russian.) EDN: IPWGHP. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_5_212.]

16. Smirnov E. I., Abaturova V. S., Galaseeva N. M. Measuring the teacher's readiness to manage of student's mathematical and computer modeling in the development of complex systems and knowledge. *Perspectives of Science and Education*. 2022;(6(60)):566–582. EDN: KZGSOJ. DOI: 10.32744/pse.2022.6.34.

17. Прохорова А. А., Безукладников В. К., Лизунова Л. Р. Исследование понятия и структуры лингвоцифровой компетенции студента. *Язык и культура*. 2022;(58):236–260. EDN: HZMWEB. DOI: 10.17223/19996195/58/14.

[Prokhorova A. A., Bezukladnikov V. K., Lizunova L. R. Exploring the concept and structure of the student's linguo-digital competence. *Language and Culture*. 2022;(58):236–260. (In Russian.) EDN: HZMWEB. DOI: 10.17223/19996195/58/14.]

Информация об авторах

Захарова Вера Анатольевна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры теории и технологии обучения и воспитания младших школьников, факультет педагогики и методики начального образования, Пермский государственный гуманитарно-педаго-

гический университет, г. Пермь, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1647-4553>; *e-mail*: zaharova_va@pspu.ru

Егоров Константин Борисович, канд. ист. наук, доцент, ректор, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6696-6332>; *e-mail*: egorov@pspu.ru

Скорнякова Анна Юрьевна, канд. пед. наук, доцент, декан математического факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9788-7514>; *e-mail*: skornyakova_anna@pspu.ru

Половина Изабелла Петровна, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры информатики и сквозных технологий, факультет информатики и экономики, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5441-700X>; *e-mail*: polovina@pspu.ru

Information about the authors

Vera A. Zakharova, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department of Theory and Technology of Teaching and Upbringing of Younger Schoolchildren, Faculty of Pedagogy and Methods of Elementary Education, Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1647-4553>; *e-mail*: zaharova_va@pspu.ru

Konstantin B. Egorov, Candidate of Sciences (History), Docent, Rector, Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6696-6332>; *e-mail*: egorov@pspu.ru

Anna Yu. Skornyakova, Candidate of Sciences (Education), Docent, Dean of the Faculty of Mathematics, Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9788-7514>; *e-mail*: skornyakova_anna@pspu.ru

Izabella P. Polovina, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Informatics and End-to-End Technologies, Faculty of Informatics and Economics, Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5441-700X>; *e-mail*: polovina@pspu.ru

Поступила в редакцию / Received: 15.12.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 29.01.24.

Принята к печати / Accepted: 30.01.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-34-47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕЙС-МЕТОДА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» РАЗВЕДКЕ ПО ОТКРЫТЫМ ИСТОЧНИКАМ

Д. М. Назаров¹, Р. А. Симбирцев^{1,2} ✉, Д. П. Салалайко^{1,2}¹ Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия² АО «Точка», Екатеринбург, Россия

✉ rsimbirtsev@mail.ru

Аннотация

В современном мире информация является одним из самых ценных ресурсов, а умение ее обрабатывать приобретает особую значимость в процессе подготовки специалистов различного профиля, в том числе и специалистов в области информационной безопасности. OSINT (*англ.* Open Source Intelligence — разведка по открытым источникам) — это технология сбора и анализа информации о человеке, организации, событии или явлении по открытым источникам. Этот мощный инструмент эффективной обработки открытых данных представляет особый интерес для формирования профессиональных компетенций студентов, обучающихся по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность».

Авторы статьи исследуют и апробируют принципы кейс-метода как эффективной методики обучения студентов технологиям OSINT. Кейс-метод (*англ.* Case Method), или метод ситуационного анализа, предполагает решение реальных проблемных ситуаций и разбор практических примеров для глубокого осмысления и усвоения материала. В статье подробно представлены конкретные кейсы по OSINT, которые можно использовать для обучения студентов направления подготовки «Информационная безопасность». Данные задачи способствуют развитию критического мышления, формированию аналитических навыков и способности применять полученные знания на практике.

Особое значение в статье придается обратной связи как критически важному элементу обучения, позволяющему настраивать и адаптировать учебный процесс в соответствии с потребностями и уровнем освоения технологий OSINT студентами. Помимо этого, авторы подчеркивают важность междисциплинарного подхода в обучении OSINT, включающего в себя изучение не только технических аспектов темы, но также правовых и этических норм.

Анализ принципов кейс-метода и конкретные кейсы, представленные в статье, будут полезны преподавателям, разрабатывающим курсы по обучению технологиям OSINT, а также специалистам, заинтересованным в современных методах и подходах к обучению в области информационной безопасности.

Ключевые слова: методика преподавания, информационная безопасность, OSINT, кейс-метод, обратная связь, индуктивный метод, дедуктивный метод.

Для цитирования:

Назаров Д. М., Симбирцев Р. А., Салалайко Д. П. Использование кейс-метода для обучения студентов направления подготовки «Информационная безопасность» разведке по открытым источникам. *Информатика и образование*. 2024;39(2):34–47. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-34-47.

USING THE CASE METHOD FOR TEACHING INFORMATION SECURITY STUDENTS IN OPEN SOURCE INTELLIGENCE

D. M. Nazarov¹, R. A. Simbirtsev^{1,2} ✉, D. P. Salalayko^{1,2}¹ Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia² JSC "Tochka", Ekaterinburg, Russia

✉ rsimbirtsev@mail.ru

Abstract

In today's world, information is one of the most valuable resources, and the ability to process it becomes especially important in the process of training specialists of various profiles, including specialists in the field of information security. OSINT (Open Source Intelligence) is a technology for collecting and analyzing information about a person, organization, event or phenomenon from open sources. This powerful tool for the effective processing of open data is of particular interest for the formation of vocational competencies of students studying in the direction of training 10.03.01 "Information Security".

The authors of the article explore and test the principles of the case method as an effective method of teaching OSINT technologies. The case method, or the method of situational analysis, involves solving real-life problem situations and practical examples for deep

understanding and mastering of the material. The article presents in detail specific cases on OSINT that can be used to teach students of “Information Security”. These tasks contribute to the development of critical thinking, the formation of analytical skills, and the ability to apply the acquired knowledge in practice.

The article emphasizes the importance of feedback as a critical element of learning, which allows to customize and adapt the learning process according to students’ needs and level of mastery of OSINT technologies. In addition, the authors emphasize the importance of the multidisciplinary approach in OSINT training, including not only the study of technical aspects but also legal and ethical norms.

The analysis of case method principles and case studies presented in the article will be useful for instructors developing OSINT training courses, as well as for specialists interested in modern methods and approaches to training in the field of information security.

Keywords: teaching methods, information security, OSINT, case method, feedback, inductive method, deductive method.

For citation:

Nazarov D. M., Simbirtsev R. A., Salalayko D. P. Using the case method for teaching information security students in open source intelligence. *Informatics and Education*. 2024;39(2):34–47. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-34-47.

1. Введение

Не будет преувеличением сказать, что все концепции обучения можно рассмотреть через противопоставление индуктивного и дедуктивного методов. Они принципиально различаются направлениями мыслительного процесса обучающихся: индуктивный метод обучения предполагает постепенный переход от конкретных примеров к теоретическим обобщениям, движение по спирали вверх (в контексте российской педагогической науки — «от частного к общему»), в то время как дедуктивный метод обучения начинается с обсуждения общих принципов с постепенным переходом к конкретным случаям, движение по спирали вниз (в контексте российской педагогической науки — «от общего к частному»). Главное отличие между этими подходами состоит в том, что при применении индуктивного метода в образовательном процессе обучающиеся постепенно формируют теоретические представления изучаемого явления, а при применении дедуктивного метода проверяют базовые теоретические положения на практике, разбирая как общие, так и частные случаи.

Джон Дьюи (США), Жан Пиаже (Швейцария), Джером Брунер (США), Лев Выготский (СССР) внесли значительный вклад в развитие и популяризацию этих методов. Джером Брунер, например, разработал концепцию обучения через открытие, которая основывается на индуктивном методе обучения [1]. Американские психологи и педагоги во главе с Джоном Дьюи акцентировали внимание на «обучении посредством делания», на методе «проектов», который можно рассматривать как платформу для индуктивного метода обучения [2]. J. D. Bransford, A. L. Brown, R. R. Cocking предлагали фокусироваться на том, как именно люди учатся (и дети, и взрослые): «Отправной точкой является основной набор принципов обучения, тогда выбор стратегий обучения (конечно, опосредованный предметом, уровнем знаний и желаемым результатом) может быть целенаправленным» [3] и максимально широким, т. е. включающим любой частный инструмент дедуктивного и индуктивного методов. На основе этих концепций разработаны десятки конкретных технологий обучения, например, таких, как проектное обучение, кейс-метод, проблемное обучение и др. Каждая из этих концепций имеет свои сильные и слабые стороны, и выбор между ними зависит от конкретных образовательных целей,

ситуаций и характеристик обучающихся. Часто на практике наиболее эффективным признается сочетание методов обучения.

В условиях постоянного развития информационных технологий и постепенного перехода к использованию цифровых платформ в самых разных сферах экономики и жизни повышается актуальность организации эффективного процесса обучения специалистов в области информационной безопасности. Однако выбор оптимального метода их обучения остается сложной задачей, поскольку сама сфера информационной безопасности — это многогранная область знаний, требующая глубокого теоретического понимания протекающих в ней процессов, развития практических навыков и в конечном итоге приобретения профессиональных компетенций.

OSINT (*англ.* Open Source Intelligence — разведка по открытым источникам) — это технология поиска, сбора информации о человеке, организации, событии или явлении из открытых источников и последующий ее анализ. Это мощный инструмент для эффективной обработки открытых данных, и потому он представляет особый интерес для формирования профессиональных компетенций студентов, обучающихся по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность».

Цель статьи — сформулировать принципы эффективной методики обучения студентов направления подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность» и продемонстрировать их апробацию на примере освоения студентами технологий OSINT.

2. Принципы кейс-метода в обучении студентов

На протяжении многих столетий высшее образование опиралось на дедуктивный метод обучения, в котором преподаватель выступал как источник абсолютного, объективного знания, транслируемого обучающимся в основном через лекционные занятия. Задача студентов была ассимилировать эти знания, выступая при этом пассивными получателями информации, и закрепить их на практике [3]. С развитием информационных технологий и появлением технических средств обработки информации традиционное восприятие учебного процесса в рамках дедуктивного подхода подверглось переосмыслению. Преобладающая концепция дедуктивного метода

обучения стала меняться на индуктивную, которая, в свою очередь, исходит из предпосылки, что знания не просто передаются от преподавателя к школьнику или студенту, а усваиваются ими активно, исходя из уже имеющихся знаний и опыта (в том числе полученных из открытых источников — книг, журналов, средств массовой информации, соцсетей и т. д.). Таким образом, новая информация проходит сквозь фильтр индивидуального восприятия обучающегося, опираясь на его предыдущие знания, а также опыт и убеждения. Если новые данные согласуются с уже сформированными внутренними структурами, они интегрируются в систему убеждений студента. Если же они противоречат существующим знаниям или убеждениям, то могут быть лишь временными и будут использованы, например, только для сдачи экзамена. Таким образом, роль преподавателя трансформируется: теперь его задача не только в передаче знаний, но и в стимулировании активного участия обучающихся в образовательном процессе, а также в поддержке обучающихся в процессе связывания новой информации с уже имеющимися знаниями и опытом.

В современном образовании все больше делается акцент на применении индуктивного метода обучения в различных направлениях и областях знаний, от гуманитарных до технических наук. Особое внимание уделяется созданию условий, при которых студенты могут взаимодействовать, обмениваться знаниями и навыками для решения различных задач профессиональной деятельности. Поэтому важнейшей методикой обучения студентов в мировом масштабе стал метод ситуационного анализа, или кейс-метод (*англ.* Case Method), который заключается в разборе и решении проблемных ситуаций (задач, кейсов), характерных для профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины.

Монография М. А. Lundeberg, B. B. Levin, H. L. Harrington «Who learns what from cases and how? The research base for teaching and learning with cases» [4], вышедшая в 1999 году, представляет собой фундаментальное исследование эффективности использования кейс-метода в образовании. Авторы анализируют, как именно студенты усваивают информацию, работая с ситуационными задачами (кейсами), какие факторы влияют на успех такого типа обучения и какие педагогические подходы наиболее эффективны при работе с кейсами.

L. E. Lynn в своем руководстве «Teaching and learning with cases: A guidebook» [5] предлагает практические рекомендации по применению кейс-метода в обучении, при этом подчеркивая важность правильного создания кейсов. Кейс должен представлять из себя хорошо структурированный и вместе с тем реалистичный сценарий, который стимулирует аналитическое мышление и развивает творческий потенциал студентов.

Согласно этим исследованиям, обучение на основе кейсов (при условии правильного применения этого метода) способствует глубокому пониманию

материала и улучшает критическое мышление студентов, позволяя им достичь наилучших результатов. При использовании кейс-метода должен быть установлен оптимальный баланс между теорией и практикой, чтобы эффективно вовлекать студентов в учебный процесс и мотивировать их на решение практических задач.

Обучение на основе кейсов представляет собой пример практического подхода к образованию, который позволяет студентам применять теоретические знания в процессе анализа реальных или вымышленных ситуаций. Этот метод применяется во многих сферах и помогает студентам освоить способы анализа сложных ситуаций, а также развить навыки принятия решений, отмечают О. Б. Симонова, Т. Е. Исаева в статье «Методика применения педагогических кейсов в обучении студентов технических вузов (эмпирическое исследование)» [6].

G. Kardos, C. O. Smith в работе «On writing engineering cases» [7] предлагают методы создания кейсов, которые максимально приближены к реальным инженерным задачам и потому помогают студентам развивать не только практические навыки, но и критическое мышление.

Н. В. Никуличева в статье «Обучение студентов педагогических специальностей магистратуры методике преподавания предмета в условиях дистанционного обучения» [8] подчеркивает важность адаптации кейс-метода в условиях онлайн-обучения. В. И. Шармаев, Я. А. Андреева, К. А. Василевский в работе «Обеспечение информационной безопасности с помощью разведки по открытым источникам (OSINT)» [9] на основе практических примеров анализируют, как использование открытых источников может способствовать предотвращению угроз и улучшению обеспечения безопасности данных.

Обзор статей, посвященных разведке по открытым источникам, показывает не только тематическую, но и педагогическую актуальность этого инструмента. Например, М. Е. Сидорова и А. Р. Кузьмин в статье «Разведка по открытым источникам данных и ее применение для решения задач кибербезопасности» [10] систематизируют методы OSINT для защиты от киберугроз. А. Г. Качалов и М. М. Лантаев в работе «Подготовка специалистов по работе с открытыми данными в сети Интернет (OSINT) в гражданских и ведомственных вузах» [11] приходят к выводу, что необходимо усилить качество подготовки специалистов OSINT в указанных вузах, в том числе «увеличить количество дисциплин по работе в сети Интернет и с открытыми данными, что отвечает потребностям государства в обеспечении безопасности национальных интересов России от внешних и внутренних угроз».

Исходя из анализа литературы по использованию кейс-метода в педагогике, сформулируем принципы эффективного обучения студентов и с опорой на эти принципы определим содержательные аспекты их применения на занятиях по технологиям OSINT (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Принципы кейс-метода и его использование на занятиях по технологиям OSINT**The principles of the case method and its use in OSINT technology classes**

№ п/п	Принцип	Характеристика	Применение на занятиях по технологиям OSINT
1	Интерактивность и критическое мышление	Вовлечение студентов в решение практических задач. Развитие способности анализировать, оценивать и синтезировать информацию из различных источников	Разработка интерактивных заданий, в том числе игровых сценариев. Организация групповых проектов и совместных исследований, способствующих обмену знаниями между студентами для развития командных навыков и совместного решения проблем
2	Использование реальных бизнес-задач	Содержанием занятий становятся кейсы, основанные на реальных событиях, проблемах, задачах	Решение кейсов из реальной практики OSINT, например, в области кибербезопасности
3	Мультидисциплинарный подход	Интеграция знаний из различных дисциплин	Создание междисциплинарных кейсов, сочетающих технические аспекты OSINT с вопросами из сферы юриспруденции, права, этики. Освещение вопросов этики и законности при сборе и использовании открытой информации
4	Постепенное усложнение и обновление материала	Последовательное усложнение кейсов. Обучение работе с разнообразными типами источников информации, включая социальные сети, публичные базы данных и другие. Постоянное обновление учебных материалов	Постепенное усложнение учебных модулей: от базовых принципов OSINT до продвинутых методов и технологий. Обучение студентов работе с различными источниками данных, в том числе с использованием специализированного программного обеспечения. Постоянное обновление учебных материалов для отражения последних тенденций и технологий в сфере OSINT
5	Обратная связь	Постоянная реализация обратной связи для корректировки и улучшения учебного процесса и качества обучения	Создание системы обратной связи со студентами, включая работу над ошибками и обсуждение результатов решений кейсов по технологиям OSINT

Сформулированные принципы кейс-метода обеспечивают всестороннее и глубокое понимание технологий OSINT, а также создают уникальную среду для обучения, в которой теория эффективно сочетается с практикой. Важнейшей составляющей этой методики мы считаем принцип обратной связи, который подчеркивает необходимость активного участия студентов в процессе обучения и способствует развитию у обучающихся способности анализировать, оценивать и синтезировать информацию. Методика обучения, основанная на описанных принципах, обеспечивает студентам не только теоретические знания, но и практические навыки, необходимые для решения реальных задач в области OSINT.

3. Использование кейс-метода на занятиях по разведке по открытым источникам

Занятия по изучению технологий OSINT начинаются с освоения теоретического материала. В вводной части кейса преподаватель сообщает необходимую информацию: определение термина [12], историю его возникновения [13], принципы работы

(например, важность установления четких правил использования OSINT для минимизации возможных злоупотреблений и нарушений конфиденциальности [14]) и инструменты [14–16]. Педагог помогает развести схожие технологии поиска информации в интернете: OSINT, пентест¹ и нетсталкинг² [15], — и обращает внимание на новые подходы и инструменты, которые усиливают эффективность использования OSINT для защиты информации [16].

Среди инструментов OSINT студентам предлагается освоить технику поисковых запросов Google Dorks, а также сервисы, представленные в таблице 2.

Начало работы с технологиями OSINT — освоение Google Dorks. Студенты знакомятся с основами данной техники — операторами расширенного поиска,

¹ Пентест (англ. pentest — тест на проникновение) — это проверка защищенности компьютерной системы или сети, при которой моделируется реальная атака злоумышленника.

² Нетсталкинг (сложное слово, образовавшееся в русском языке из заимствованных из английского языка самостоятельных слов: net — сеть и stalking — преследование) — это сбор, хранение и анализ малодоступных, малоизвестных и малопосещаемых объектов интернета.

Таблица 2 / Table 2

Инструменты OSINT

OSINT tools

№ п/п	Сервис	Адрес в интернете	Описание
1	Shademap	https://shademap.app	Предлагает интерактивную карту теней строений в городах
2	Skylens	https://skylens.io/	Определяет геолокацию постов в социальных сетях
3	Snoop Project	https://github.com/snooppr/snoop	Осуществляет поиск в социальных сетях по никнеймам
4	Search4faces	https://search4faces.com/	Ищет по фотографии людей в социальных сетях («ВКонтакте», «Одноклассники» и др.) и публичных персон по базам данных («Википедия», IMDb и др.)
5	Social Mapper	https://github.com/Greenwolf/social_mapper	Ищет связи профилей в социальных сетях во всем интернете, используя распознавание лиц
6	PimEyes	https://pimeyes.com	Ищет по фотографии людей во всей сети Интернет
7	ImageSearch	https://www.image-search.org/ru	Ищет изображения в интернете (по картинке, по ключевым словам, по голосовому вводу и др.) ¹
8	RevEye Reverse Image Search	https://chromewebstore.google.com/detail/reveye-reverse-image-sear/keaaccljhehbbapnphnmpiklalfhelgf	Помогает найти первоисточник фотографии
9	Kamerka-GUI	https://www.kamerka.io/	Собирает информацию об устройствах, подключенных к интернету вещей, и отображает их на карте
10	Geowifi	https://github.com/GONZOsinT/geowifi	Ищет геолокационные данные WiFi по идентификаторам BSSID и SSID в различных публичных базах данных
11	Web.archive	https://web.archive.org/	Позволяет просмотреть неработающую или удаленную веб-страницу

необходимыми для обнаружения скрытой информации, располагающейся на общедоступных серверах:

- `filetype:xls intext:"контактные данные"` — поиск конкретных файлов: этот запрос поможет найти таблицы Excel, содержащие контактные данные;
- `site:example.com intext:"годовой отчет"` — поиск на определенном сайте: позволяет найти годовые отчеты, опубликованные на конкретном веб-сайте;
- `"email@example.com" -site:example.com` — поиск по электронной почте: ищет упоминания конкретного электронного адреса, который

может быть использован для деанонимизации личности, за пределами официального сайта;

- `site:vk.ru intext:"имя фамилия" "город проживания"` — поиск в социальных сетях: этот запрос поможет найти профиль человека в социальной сети «ВКонтакте» по имени и месту проживания;
- `filetype:pdf site:competitor.com intitle:"отчет"` — поиск документов конкурентов: ищет PDF-файлы с отчетами на сайте конкурента.

Процесс обучения строится на принципе мультидисциплинарности — со студентами обсуждаются последствия получения доступа к частной или конфиденциальной информации без разрешения правообладателя: необходимо всегда убеждаться в том, что ваш поиск соответствует юридическим и этическим нормам.

Далее студенты решают кейсы (ситуационные задачи) различного уровня сложности на применение технологий OSINT.

¹ Для поиска по изображению студенты осваивают многообразие имеющихся на данный момент инструментов: Google Images, Яндекс Картинки, TinEye, Bing Image Search, Getty Images или даже поиск через соцсеть Pinterest и сервис для определения плагиата Dupli Checker и др.

Кейс 1.

Условие. Известно, что некий подозреваемый в киберпреступлении искал сотрудников на сайте сервиса по поиску работы HeadHunter. Он создавал объявления о вакансиях от имени компании, расположенной в городе Москве.

Задание. Необходимо собрать о подозреваемом как можно больше информации.

Решение. Чтобы получить информацию о данном подозреваемом, составим расширенный запрос, ограничивающий поиск только по сайту сервиса HeadHunter — <https://hh.ru>. Будем искать в за-

головках вакансий теги «Кибербезопасность, Москва», поскольку нам необходимо найти вакансию, связанную с кибербезопасностью в городе Москве: `intitle:Кибербезопасность, Москва site:hh.ru`. Результат поиска представлен на рисунке 1.

Можем заметить, что найдено всего 216 результатов — это гораздо меньше, чем если бы мы искали вакансию простым поисковым запросом «Кибербезопасность, Москва» (рис. 2).

При обычном поиске мы получаем 1 030 000 результатов, а это в 4769 раз больше, чем результаты расширенного поиска [17].

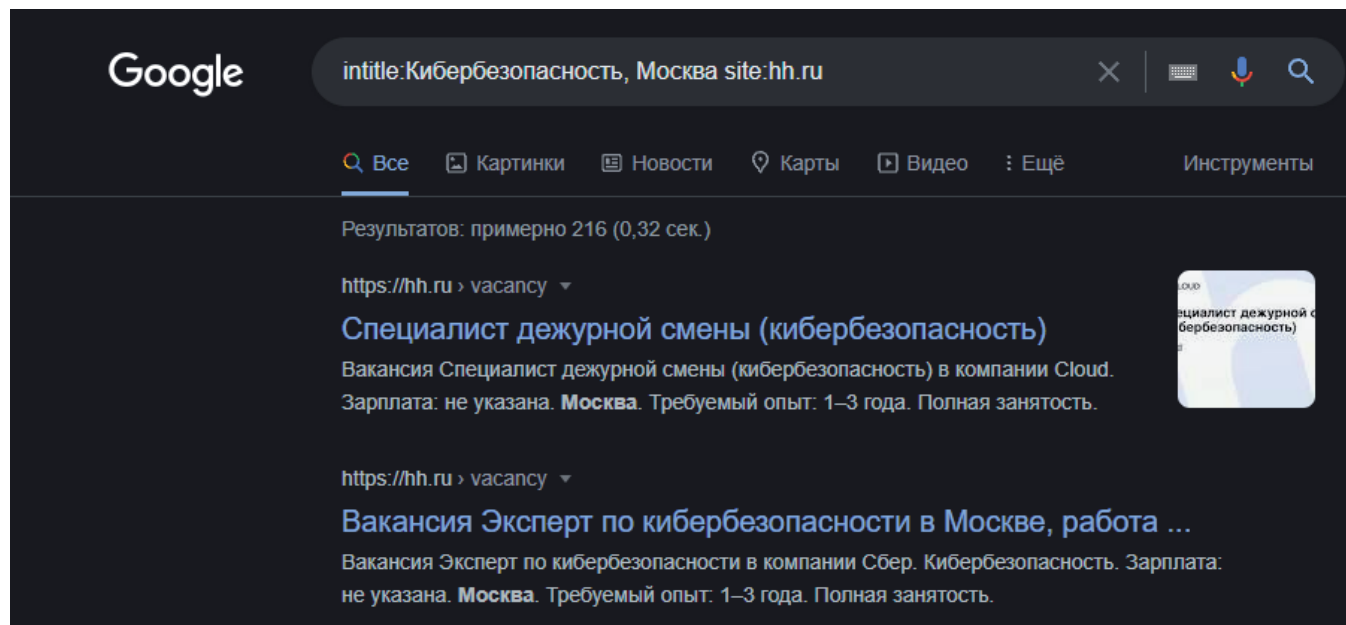


Рис. 1. Результат расширенного поиска

Fig. 1. The result of the extended search

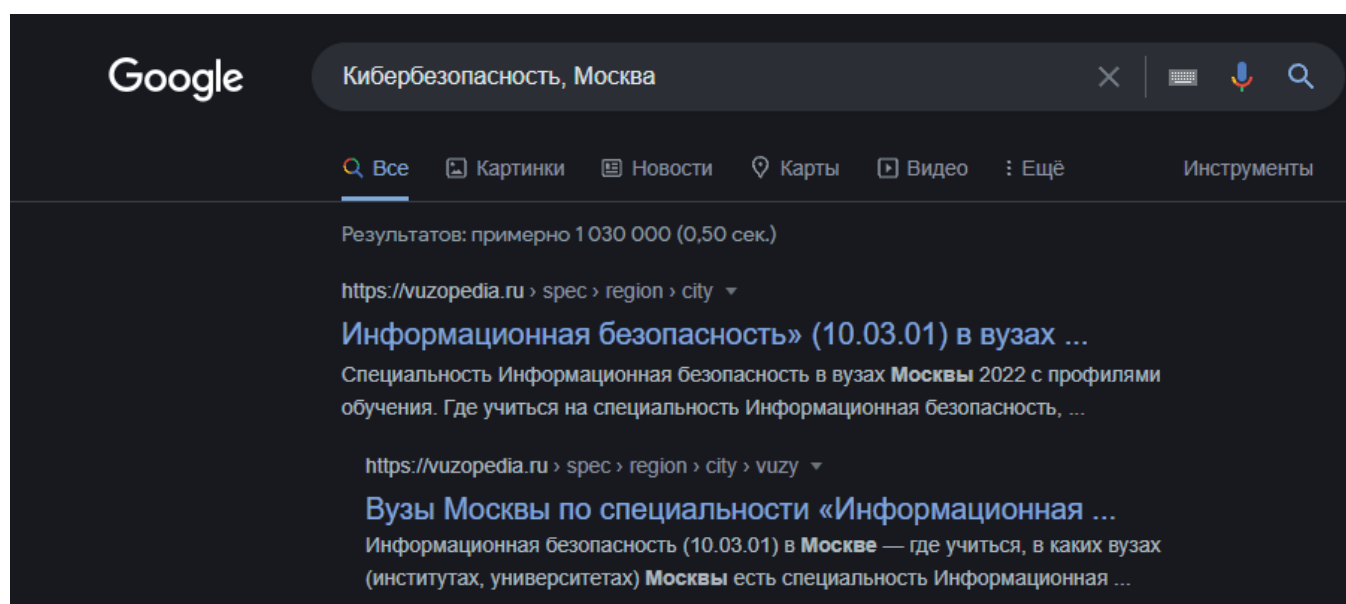


Рис. 2. Результат обычного поиска

Fig. 2. The result of the regular search

Кейс 2.

Условие. У нас есть фотография преподавателя Уральского государственного экономического университета, представленная на официальном сайте вуза.

Задание. Необходимо найти схожие фотографии в профилях в социальной сети «ВКонтакте».

Решение. Для поиска похожих фотографий в социальных сетях будем использовать сервис Search4faces, который благодаря работе нейронных сетей может с легкостью находить схожие портреты. Результатом поиска является ссылка на профиль найденного человека в социальной сети «ВКонтакте».

1. Переходим на <https://search4faces.com/>, выбираем «Поиск по фотографиям профиля “ВКонтакте”» и нажимаем кнопку «Перейти» (рис. 3).

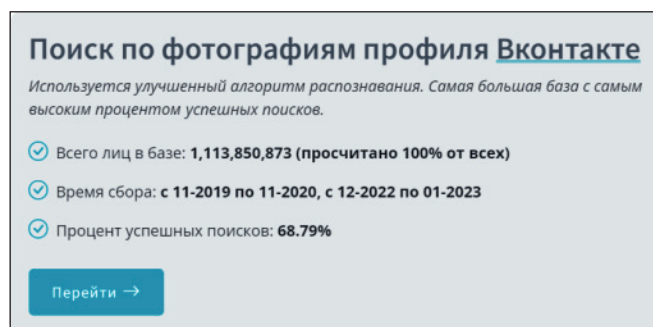


Рис. 3. Вкладка с поиском профиля по фотографиям в сервисе Search4faces

Fig. 3. The tab with profile search by photos in the Search4faces

2. На открывшейся странице вставляем фотографию преподавателя и нажимаем кнопку «Загрузить». После загрузки сервис автоматически обрезает ее для более корректного поиска

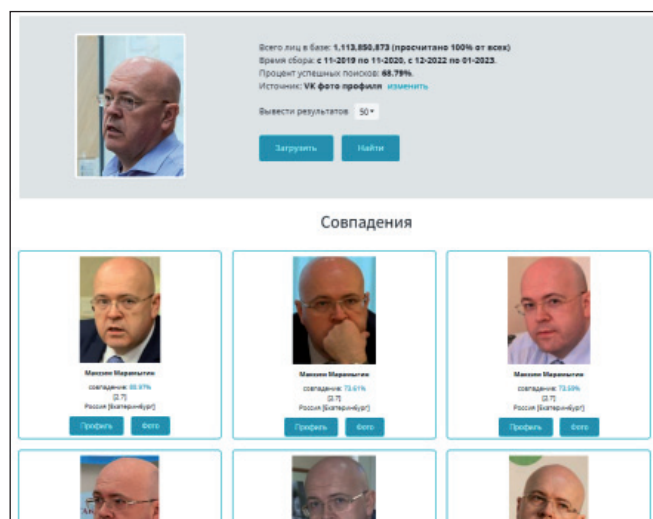


Рис. 4. Найденные совпадения фотографий по разным профилям социальной сети «ВКонтакте»

Fig. 4. Found matches of VK profiles based on photos

фотографии с лицом человека и выдает список с похожими снимками в профилях социальной сети «ВКонтакте». На каждом экземпляре выдачи указано процентное соотношение сходства фотографий (рис. 4).

3. Переходим на профиль страницы «ВКонтакте» с самым высоким процентом совпадения. Таким образом, мы нашли страницу нашей поисковой цели в социальной сети «ВКонтакте» (рис. 5). Она принадлежит тому же преподавателю Уральского государственного экономического университета.

Кейс 3.

Условие. Представим, что в социальной сети мы нашли четыре фотографии с отдыха интересующего нас человека (рис. 6).

Задание. По имеющимся фотографиям необходимо определить, в каком городе отдыхал этот человек, в каком отеле, а затем установить адрес данного отеля.

Решение. Для поиска информации по фотографиям мы будем использовать инструмент Яндекс Картинки, а в качестве метода применим обратный поиск изображений¹.

1. Последовательно загрузим имеющиеся фотографии в сервис Яндекс Картинки (рис. 7).
2. Для начала попробуем найти город, где отдыхал наш объект. Выберем область поиска, двигая рамки на странице с загруженной фотографией (это будет фотография 2), и нажмем кнопку «Готово» (рис. 8).
3. Сервис показывает варианты мест, на которые наша фотография похожа, в следующем виде (рис. 9):
 - теги — «Екатеринбург», «центр», «здание», «Москва», «центр Екатеринбурга»;
 - похожие фотографии;
 - сайты, а в нашем случае это сайты с объявлениями об аренде жилья.
4. Проанализировав найденные похожие изображения, можно предположить, что исходная фотография представляет город Екатеринбург, а точнее — объект, расположенный по адресу: улица Малышева, д. 42а.
5. Для того чтобы подтвердить или опровергнуть наше предположение, необходимо использовать оставшиеся три интерьерные фотографии. На фотографии 4 больше индивидуальных деталей стилистики отеля, чем на фотографиях 1 и 3, поэтому искать будем по ней. Передвинем рамки на фотографию 4 и зададим область нового поиска (рис. 10).
6. В качестве похожих изображений сервис Яндекс Картинки предлагает нам фотографии отеля Radius.

¹ Обратный поиск изображений — это инструмент поиска информации по введенному (загруженному пользователем) изображению.

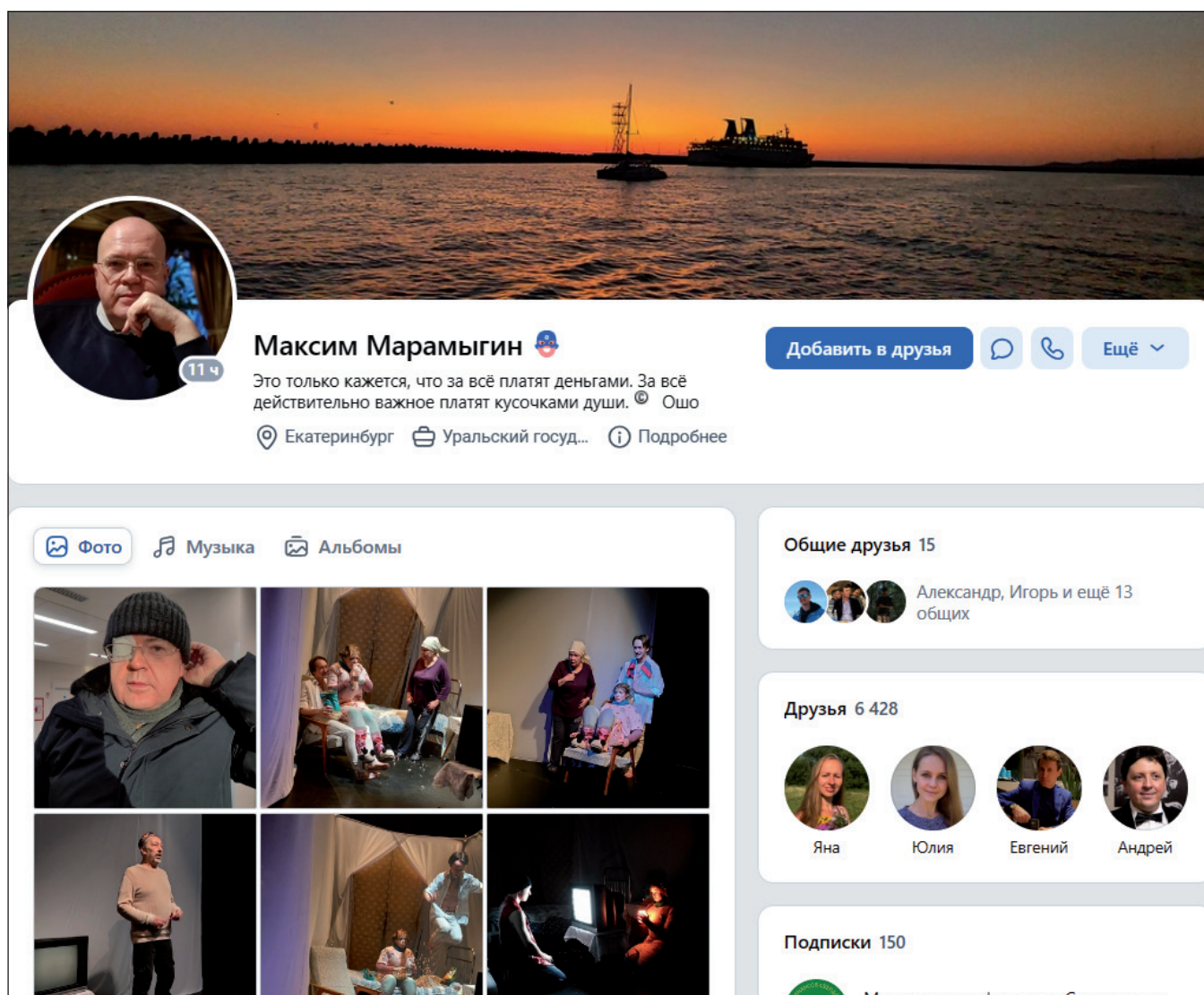


Рис. 5. Найденная страница поисковой цели в социальной сети «ВКонтакте»

Fig. 5. The found page of search target in the social network VK



Рис. 6. Имеющиеся исходные фотографии

Fig. 6. Available original photos

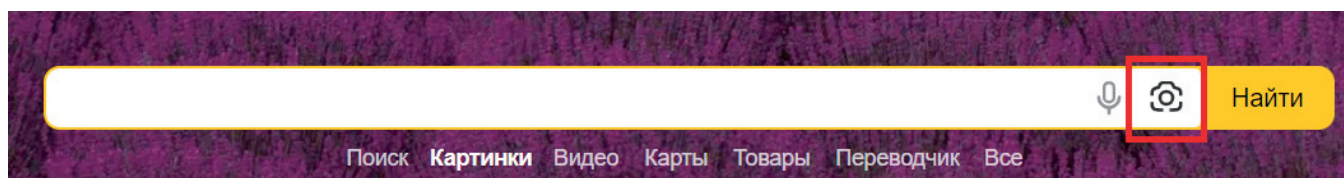


Рис. 7. Значок поиска по изображению в сервисе Яндекс Картинки

Fig. 7. The image search icon in Yandex Images

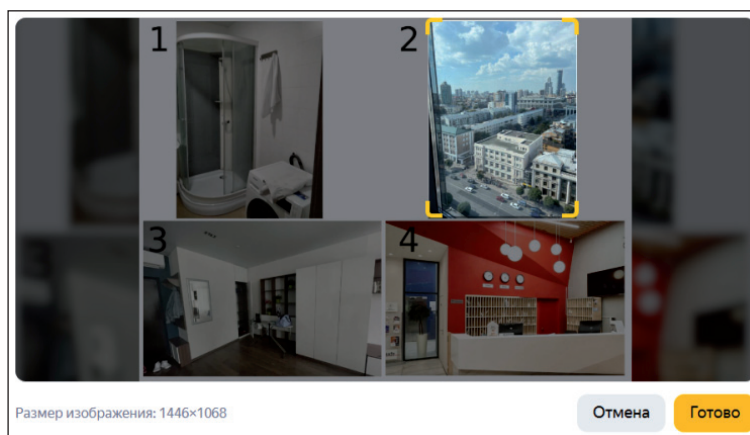


Рис. 8. Определение области поиска

Fig. 8. Defining the search area

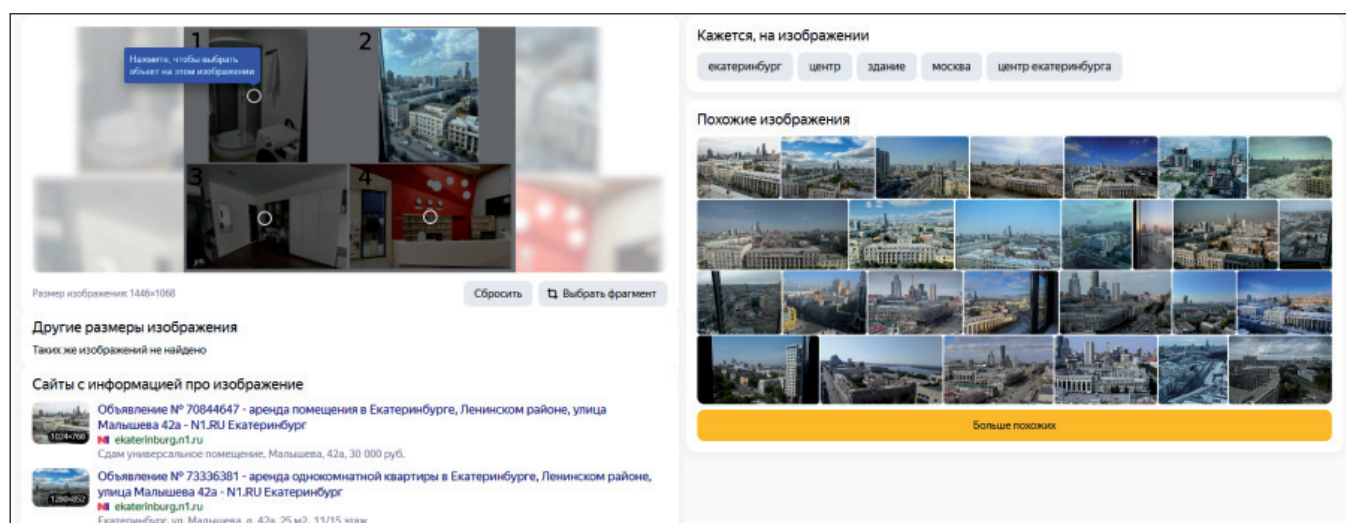


Рис. 9. Результат поиска в сервисе Яндекс Картинки

Fig. 9. The search result in the Yandex Images

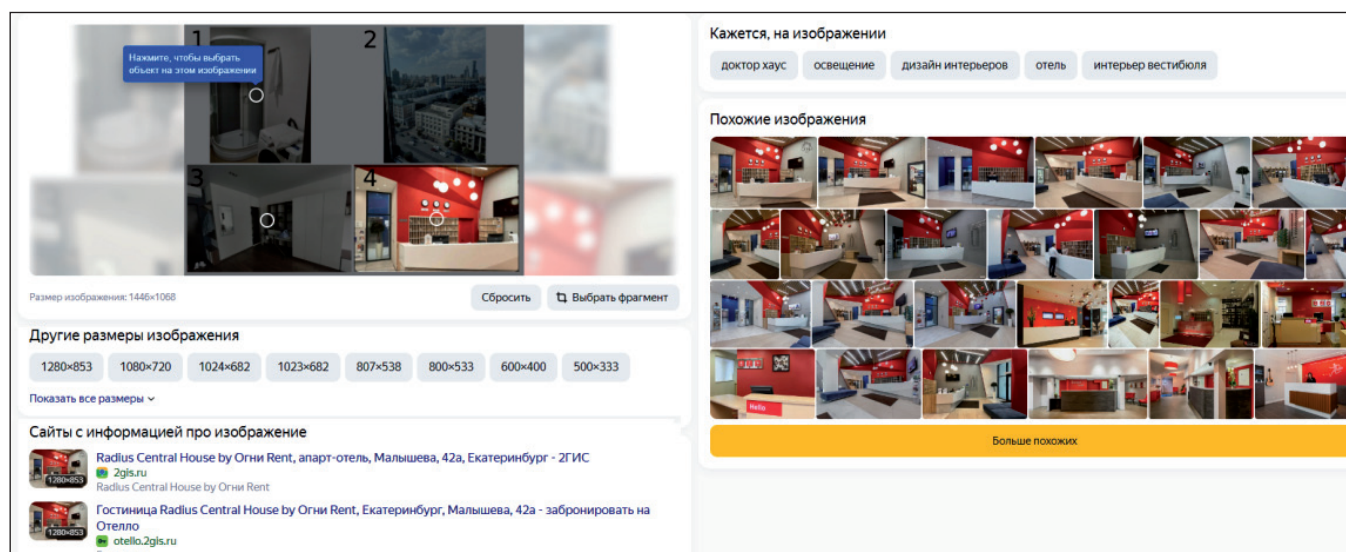


Рис. 10. Поиск схожих изображений по четвертой фотографии

Fig. 10. Searching for images similar to the fourth photo

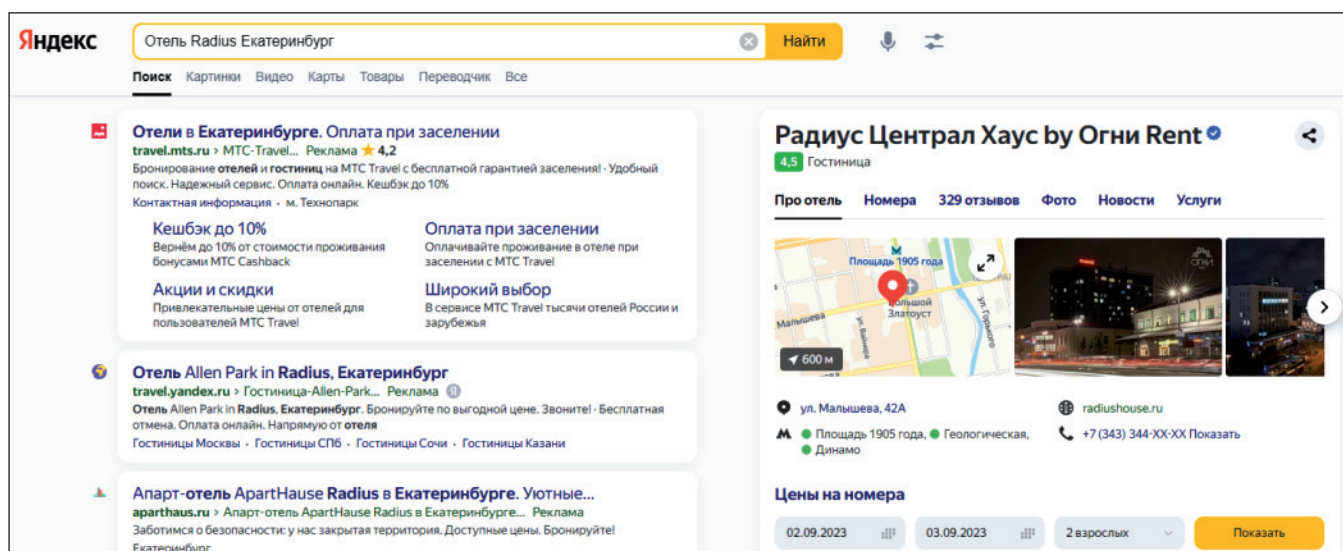


Рис. 11. Поиск отеля Radius в Екатеринбурге с помощью Яндекс

Fig. 11. Searching for the Radius hotel in Ekaterinburg using Yandex

7. В поисковой системе Яндекс выполним следующий запрос: «Отель Radius Екатеринбург» (рис. 11).

В поисковой выдаче мы видим, что действительно в Екатеринбурге есть данный отель и он находится по адресу: улица Малышева, д. 42а, — что совпадает с адресом, который мы получили как результат поиска по фотографии 2.

В качестве примеров упомянем еще несколько кейсов, использующихся на занятиях по обучению технологии разведки по открытым источникам.

Кейс 4.

Условие. В вашем распоряжении есть фото неизвестного.

Задание. Необходимо найти официальную страницу пользователя в социальной сети «ВКонтакте» по имеющейся фотографии (рис. 12) и деанонимизировать его.

Решение. Поиск ведется с использованием сервиса PimEyes.



Рис. 12. Фотография для выполнения задания по кейсу 4

Fig. 12. The photo for the case study assignment 4

Кейс 5.

Условие. В вашем распоряжении есть несколько фотографий одного ресторана (рис. 13).

Задание. Определите название ресторана и его местоположение (полный адрес).



Рис. 13. Фотографии для поиска ресторана

Fig. 13. Photos to identify the restaurant

Решение. Поиск ведется методом обратного поиска изображений (например, на сервисах ImageSearch, Dupli Checker, Google Images, TinEye и др.).

4. Анализ результатов решения кейсов студентами

Покажем реализацию принципа обратной связи в предложенной методике на конкретных примерах. После выполнения заданий студенческие работы под-

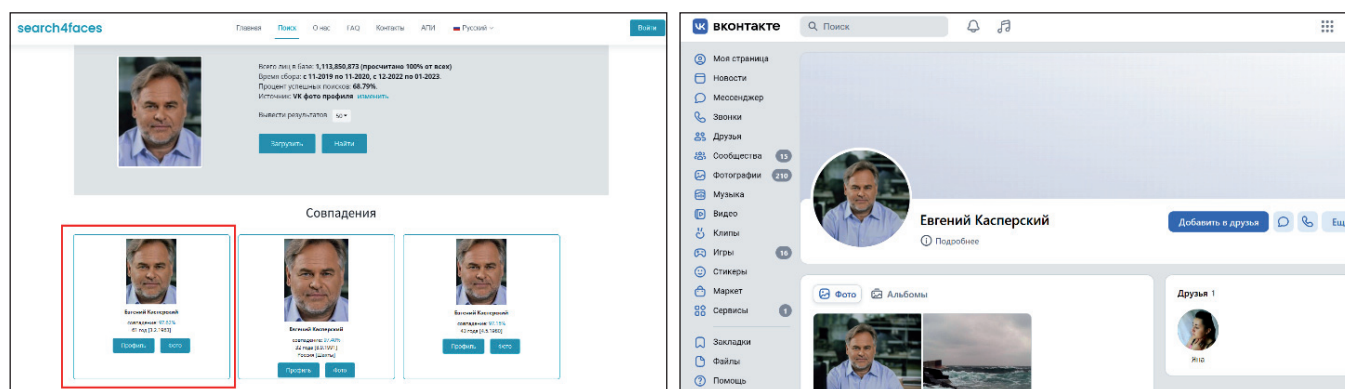


Рис. 14. Ошибка студентки при выполнении задания
Fig. 14. The student's mistake in completing an assignment

лежат тщательному анализу с целью оценки и обобщения результатов применения методики OSINT в учебном процессе. Сравним работы двух студентов.

Студентка О. при решении кейса 4 допустила ошибку: установив личность пользователя, которому принадлежит фотография, студентка не предоставила ссылку на его официальный профиль в социальной сети «ВКонтакте» и другие аргументы в качестве доказательства правильного ответа, выбрав один из фейковых аккаунтов. Верификацией официального профиля любого пользователя в данной соцсети служит галочка (в зависимости от условий вери-

фикации — серая или синяя) рядом с его именем (рис. 14). Преподаватель оценил работу студентки О. на 3 балла.

Студент В., выполняя тот же кейс 4 и получив результаты поиска по фотографии, заметил, что первый профиль «ВКонтакте» из предложенных поисковым сервисом не принадлежит реальному владельцу данной фотографии, так как на странице нет знака верификации (к тому же у этого пользователя мало друзей и т. п.). Поэтому студент решил, что данная страница не является официальным профилем пользователя (рис. 15), и продолжил поиск.

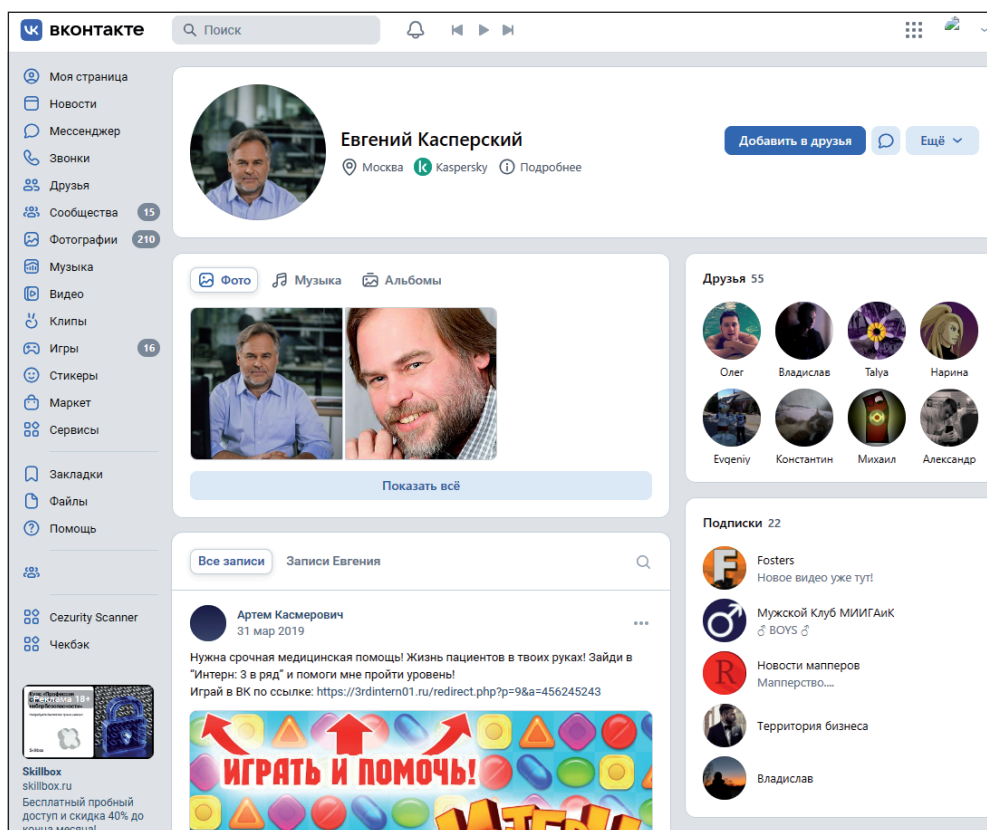


Рис. 15. Выявление студентом фейковой страницы пользователя
Fig. 15. The student's identification of a fake user page

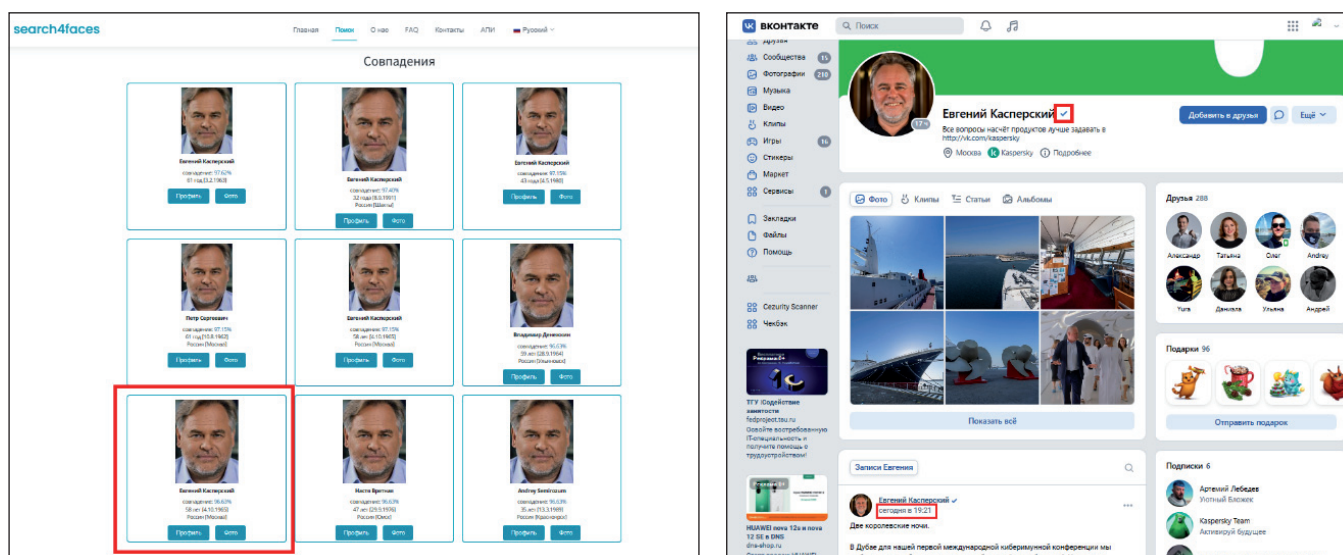


Рис. 16. Результат поисковой выдачи и официальная страница пользователя, найденная студентом

Fig. 16. The search result and the official user page found by a student

Он просмотрел следующие несколько профилей с высоким процентным совпадением изображений и нашел настоящую страницу искомого пользователя, официально подтвержденную синей галочкой (рис. 16).

Сравнив информацию на страницах первого из найденных профилей и верифицированного, студент еще раз убедился, что, несмотря на большой процент совпадения изображений, первый профиль в результатах поиска был фейковым: кроме уже упоминавшихся признаков, имеются фактологические ошибки и неточности (рис. 17). Преподаватель оценил работу студента В. на 5 баллов.

Работы с оценками преподавателя выдаются студентам. Те студенты, которые решили кейсы на «отлично», получают более слабые работы одногруппников с заданием найти ошибки. Это позволяет закрепить полученные ими навыки при решении ситуационной задачи и обратить внимание на типичные ошибки. Студентам, получившим балл ниже, чем «отлично», для анализа предлагаются работы отличников, чтобы разобраться в своих ошибках и выяснить правильный алгоритм работы. Затем организуется дискуссия: студенты размышляют над мнениями и комментариями друг друга, а пре-

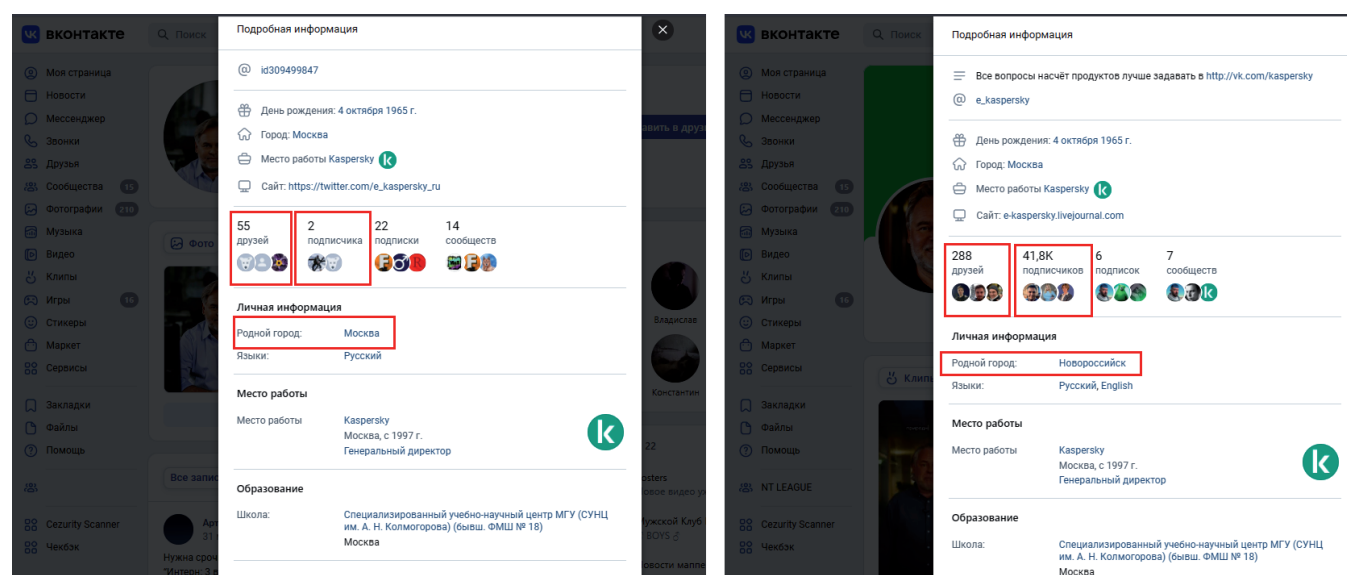


Рис. 17. Сравнение найденных профилей в социальной сети «ВКонтакте»: а — фейковый профиль; б — официальный профиль

Fig. 17. The comparison of found profiles in the social network VK: а — fake profile; б — official profile

подаватель помогает им подвести итоги и выделить ключевые идеи решения кейса.

Такой подход позволяет провести детальный анализ эффективности использования методики обучения технологиям OSINT в предложенных кейсах и выявить сильные и слабые стороны студенческих работ (типичные грубые и негрубые ошибки, недочеты). На основе подобного анализа преподаватель имеет возможность адаптировать методику обучения (усложнить или упростить кейсы, увеличить или уменьшить время на их выполнение и др.), что, безусловно, в дальнейшем позволит улучшить качество знаний студентов и повысить эффективность освоения профессиональных компетенций.

5. Заключение

Для организации эффективного процесса обучения специалистов в области информационной безопасности нами предложен индуктивный метод обучения и кейс-метод в качестве его инструмента. Важнейшими принципами выбранной методики обучения технологиям OSINT являются:

- мультидисциплинарный подход;
- постепенное усложнение кейсов, которые должны включать в себя изучение не только технических аспектов применения инструментов OSINT, но также правовых и этических норм и правил;
- обратная связь, которая подразумевает постоянное взаимодействие между преподавателями и студентами, с целью быстрой корректировки учебного процесса и его адаптации к определенному уровню освоения материала студентами.

В статье предлагается разработка специфических кейсов для обучения технологиям OSINT, направленных на решение реальных задач, с которыми специалисты в области информационной безопасности могут столкнуться в своей работе. Примененный подход облегчает понимание сложных инструментов и методов OSINT.

Основная цель предлагаемой методики — подготовить студентов к вызовам и проблемам, которые им придется преодолевать в профессиональной деятельности, и обеспечить высокий уровень профессиональной компетентности выпускников, обучавшихся по направлению подготовки «Информационная безопасность».

Список источников / References

1. Bruner J. S. The act of discovery. *Harvard Educational Review*. 1961;31(1):23–32.
2. Dewey J. How we think. New York, USA, Dover Publications; 1997. 240 p.
3. Bransford J. D., Brown A. L., Cocking R. R. How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, D.C., USA, National Academy Press; 2000. 312 p.
4. Lundeberg M. A., Levin B. B., Harrington H. L. Who learns what from cases and how? The research base for teaching and learning with cases. Mahwah, N.J., USA, Lawrence Erlbaum Associates Inc.; 1999. 281 p.

5. Lynn L. E. Teaching and learning with cases: A guidebook. New York, USA, Chatham House Publishers; 1999. 176 p.

6. Симонова О. Б., Исаева Т. Е. Методика применения педагогических кейсов в обучении студентов технических вузов (эмпирическое исследование). *Общество: социология, психология, педагогика*. 2022;(9(101)):114–122. EDN: SYICMN. DOI: 10.24158/spp.2022.9.16.

[Simonova O. B., Isaeva T. E. Application methodology of pedagogical cases in teaching technical universities students (empirical research). *Obshchestvo: Sotsiologiya, Psikhologiya, Pedagogika*. 2022;(9(101)):114–122. (In Russian.) EDN: SYICMN. DOI: 10.24158/spp.2022.9.16.]

7. Kardos G., Smith C. O. On writing engineering cases. *Proc. ASEE National Conf. on Engineering Case Studies*. Washington, D.C., USA, 1979;(1):67–68.

8. Никуличева Н. В. Обучение студентов педагогических специальностей магистратуры методике преподавания предмета в условиях дистанционного обучения. *Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2022;(1(59)):67–81. EDN: VXSJIK. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.59.1.08.

[Nikulicheva N. V. Training of students of teacher's specialties of the master's degree in the methodology of teaching the subject in the conditions of distance learning. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*. 2022;(1(59)):67–81. (In Russian.) EDN: VXSJIK. DOI: 10.25688/2072-9014.2022.59.1.08.]

9. Шармаев В. И., Андреева Я. А., Василевский К. А. Обеспечение информационной безопасности с помощью разведки по открытым источникам (OSINT). *Вопросы защиты информации*. 2022;(2(137)):45–50. EDN: KRYLPB. DOI: 10.52190/2073-2600_2022_2_45.

[Sharmaev V. I., Andreeva Ya. A., Vasilevsky K. A. Information security through open source intelligence (OSINT). *Information Security Questions*. 2022;(2(137)):45–50. (In Russian.) EDN: KRYLPB. DOI: 10.52190/2073-2600_2022_2_45.]

10. Сидорова М. Е., Кузьмин А. Р. Разведка по открытым источникам данных и ее применение для решения задач кибербезопасности. *Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление*. 2023;(1):61–74. EDN: KKCSVG. DOI: 10.18137/RNU.V9187.23.01.P.61.

[Sidorova M. E., Kuzmin A. R. OSINT and its application for cyber security. *Vestnik of Russian New University. Series: Complex Systems: Models, Analysis, Management*. 2023;(1):61–74. (In Russian.) EDN: KKCSVG. DOI: 10.18137/RNU.V9187.23.01.P.61.]

11. Качалов А. Г., Лантаев М. М. Подготовка специалистов по работе с открытыми данными в сети Интернет (OSINT) в гражданских и ведомственных вузах. *Юридическая наука: история и современность*. 2021;(9):98–106. EDN: MXKJOE.

[Kachalov A. G., Lantaev M. M. Training specialists in open data in the Internet (OSINT) in civil and departmental universities. *Juridical Science: History and Modernity*. 2021;(9):98–106. (In Russian.) EDN: MXKJOE.]

12. Ungureanu G. T. Open source intelligence (OSINT). The way ahead. *Journal of Defense Resources Management*. 2021;12(1):177–200.

13. Benes L. OSINT, new technologies, education: Expanding opportunities and threats. A new paradigm. *Journal of Strategic Security*. 2013;6(3):22–37. DOI: 10.5038/1944-0472.6.3S.3.

14. Böhm I., Lolagar S. Open source intelligence. Introduction, legal, and ethical considerations. *International Cybersecurity Law Review*. 2021;2:317–337. DOI: 10.1365/s43439-021-00042-7.

15. Дворянkin О. А. OSINT, pentest и нетсталкинг — информационные технологии интернета. *Национальная ассоциация ученых*. 2022;(84–2):6–13. EDN: LQLPWZ.

[Dvoryankin O. A. OSINT, pentest and netstalking — Internet information technologies. *Natsional'naya Assotsiatsiya Uchenykh*. 2022;(84–2):6–13. (In Russian.) EDN: LQLPWZ.]

16. Гурский С. М., Кочетков И. В. OSINT: пути развития. Методы и технические средства обеспечения безопасности информации. Сборник материалов 33-й научно-технической конференции имени Петра Дмитриевича Зегзды. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; 2023;(32):50–52. EDN: VTPSGU. Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/i/Vt-oDneOSPOAjQ>

[Gursky S. M., Kochetkov I. V. OSINT: Ways of development. *Methods and Technical Means of Information Security. Proc. 33rd Scientific and Technical Conf. named after Petr Dmitrievich Zegzhda*. Saint Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 2023;(32):50–52. (In Russian.) EDN: VTPSGU. Available at: <https://disk.yandex.ru/i/Vt-oDneOSPOAjQ>]

17. Шкрадюк А. Д., Назаров Д. М. Технология OSINT: обзор сервисов с открытым исходным кодом. Безопасность информационного пространства: сборник научных трудов XXI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения; 2022;(4(252)):112–144. EDN: PHRSMV.

[Shkradyuk A. D., Nazarov D. M. OSINT technology: Review of open source services. *Security of Information Space: Collection of Scientific Works of the 21th All-Russian Scientific and Practical Conf. of Students, Postgraduates and Young Scientists*. Ekaterinburg, Ural State University of Railway Transport; 2022;(4(252)):112–144. (In Russian.) EDN: PHRSMV.]

Информация об авторах

Назаров Дмитрий Михайлович, доктор экон. наук, доцент, зав. кафедрой бизнес-информатики, зав. кафедрой информационной безопасности, Институт цифровых технологий управления и информационной безопасности, Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5847-9718>; *e-mail*: slup2005@mail.ru

Симбирцев Руслан Арзуевич, магистрант направления подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика», профиль

«Цифровая бизнес-аналитика», кафедра бизнес-информатики, Институт цифровых технологий управления и информационной безопасности, Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия; аналитик данных службы безопасности, АО «Точка», Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0002-5245-6475>; *e-mail*: rsimbirtsev@mail.ru

Салалайко Данил Павлович, магистрант направления подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика», профиль «Цифровая бизнес-аналитика», кафедра бизнес-информатики, Институт цифровых технологий управления и информационной безопасности, Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия; администратор информационной безопасности, АО «Точка», Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0000-2041-0515>; *e-mail*: d_pavlovich@bk.ru

Information about the authors

Dmitry M. Nazarov, Doctor of Science (Economics), Docent, Head of the Department of Business Informatics, Head of the Department of Information Security, Institute of Digital Management Technologies and Information Security, Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5847-9718>; *e-mail*: slup2005@mail.ru

Ruslan A. Simbirtsev, a master student of the educational program 09.04.03 “Applied Informatics”, profile “Digital Business Analytics”, Department of Information Security, Institute of Digital Management Technologies and Information Security, Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia; Security Data Analyst, JSC “Tochka”, Ekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0002-5245-6475>; *e-mail*: rsimbirtsev@mail.ru

Danil P. Salalayko, a master student of the educational program 09.04.03 “Applied Informatics”, profile “Digital Business Analytics”, Department of Information Security, Institute of Digital Management Technologies and Information Security, Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia; Information Security Administrator, JSC “Tochka”, Ekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0000-2041-0515>; *e-mail*: d_pavlovich@bk.ru

Поступила в редакцию / Received: 21.12.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 29.01.24.

Принята к печати / Accepted: 30.01.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-48-58

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИГРОВОГО ЧАТ-БОТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО И ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

А. Н. Варнавский¹ ✉¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

✉ avarnavsky@hse.ru

Аннотация

Использование специальных компьютерных игр на занятиях повышает вовлеченность обучающихся в образовательный процесс, поддерживает их интерес к получению знаний и навыков, в том числе при обучении программированию. Вследствие логического и рационального характера решения задач по программированию для обучения компьютерным наукам хорошо подходят логические игры и игры-головоломки, которые развивают когнитивные способности, логическое и алгоритмическое мышление. С учетом популярности игры-головоломки Wordle, а также того факта, что словесные игры очень эффективны для развития когнитивных способностей, был разработан игровой чат-бот с заданиями-головоломками, организованный по принципам Wordle, для изучения компьютерных наук и программирования. Целью статьи является исследование влияния разработанного игрового чат-бота на алгоритмическое и логическое мышление студентов.

В исследовании приняли участие студенты 3-го курса бакалавриата направления подготовки «Информационные системы и технологии» факультета информационных технологий Московского политехнического университета. Студенты использовали игрового чат-бота вне аудитории в течение десяти дней, а также заполняли анкеты до и после использования. Анализ опросов студентов показал положительное влияние данного чат-бота на активизацию памяти, внимания и в особенности логического мышления обучающихся, а также на оценку восприятия студентами сложности программирования, собственных знаний о языках программирования и навыков логического мышления.

Полученные результаты расширяют современные представления относительно применения игровых чат-ботов и заданий-головоломок при обучении компьютерным наукам и программированию. Представленный чат-бот повышает интерес обучающихся к занятиям, вовлеченность в процесс обучения, а также обеспечивает развитие их когнитивных способностей.

Сделанные в статье выводы могут иметь практический интерес для преподавателей информатики и программирования, вносят вклад в развитие построения игровых чат-ботов, а также использования словесных головоломок для обучения компьютерным наукам.

Ключевые слова: компьютерные игры, логическое мышление, игровой чат-бот, программирование, задания-головоломки, Wordle.

Для цитирования:

Варнавский А. Н. Использование игрового чат-бота для развития навыков алгоритмического и логического мышления. Информатика и образование. 2024;39(2):48–58. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-48-58.

USING THE GAMING CHATBOT TO DEVELOP ALGORITHMIC AND LOGICAL THINKING SKILLS

A. N. Varnavsky¹ ✉¹ National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

✉ avarnavsky@hse.ru

Abstract

The use of special computer games in classes increases student engagement and maintains their interest in learning, including learning computer science. Due to the logical and rational nature of solving programming problems, logic games and puzzle games that develop cognitive abilities, logical and algorithmic thinking are well suited for teaching computer science. Considering the popularity of Wordle puzzle game and the fact that word games are very effective for developing cognitive abilities, a gaming chatbot with puzzle tasks organized according to Wordle principles was developed for learning computer science and programming. The aim of the article is to investigate the effect of the developed gaming chatbot on students' algorithmic and logical thinking.

The study involved 3rd year undergraduate students of the educational program "Information Systems and Technologies", Faculty of Information Technologies, Moscow Polytechnic University. The students used the gaming chatbot outside of class for 10 days and completed surveys before and after use. The analysis of the students' surveys showed the impact of this gaming chatbot on the

activation of memory, attention and to a greater extent logical thinking of the students, as well as on assessing students' perception of the complexity of programming, their own knowledge of programming languages and logical thinking skills.

The results of the study expand current ideas regarding the use of gaming chatbots and Wordle-type puzzle tasks in teaching computer science and programming. The presented gaming chatbot will help to increase students' interest in classes, students' involvement in the learning process, and ensure the development of their cognitive abilities.

The conclusions of the article may be of practical interest to informatics and programming teachers. They contribute to the development of the direction of building gaming chatbots, as well as the use of word puzzles for teaching computer science.

Keywords: computer games, logical thinking, gaming chatbot, programming, puzzle, Wordle.

For citation:

Varnavsky A. N. Using the gaming chatbot to develop algorithmic and logical thinking skills. *Informatics and Education*. 2024;39(2):48–58. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-48-58.

1. Введение

Для многих студентов обучение программированию является сложным процессом, особенно на начальном этапе. Исследователи часто связывают проблемы обучения компьютерным наукам с ограниченной мотивацией студентов [1, 2]. Поэтому актуальной задачей педагогов является применение методов обучения, повышающих вовлеченность и мотивацию обучающихся. Использование специальных компьютерных игр для обучения и получения знаний и навыков позволяет повысить вовлеченность студентов, особенно геймеров, и поддерживает их интерес к обучению. Игры могут быть более эффективными, чем традиционные средства обучения, в частности, при изучении научно-технических дисциплин, математики и второго языка [3].

Для успешного решения задач программирования необходимо иметь высокие когнитивные способности, обладать не только знаниями в области языков программирования, но также логическим и алгоритмическим мышлением. Исследователи-нейропсихологи и нейрофизиологи установили, что игры могут значительно улучшать исполнительные функции, рабочую память, скорость обработки информации и другие когнитивные функции молодых людей [4], а также заметили различия между воздействием игр разных видов и жанров на разные когнитивные показатели обучающихся [5].

Согласно Google Trends, в 2022 году во всем мире самым популярным поисковым запросом был «Wordle»¹. Wordle² — это словесная игра-головоломка, в которой игроки за несколько попыток должны угадать слово из пяти букв. После каждого предположения игроку становится известно, какие буквы введенного слова угаданы правильно и в правильном месте, какие буквы есть в ответе, но на другой позиции, а какие буквы в загаданном слове отсутствуют.

Принципы игры Wordle можно адаптировать для создания игры-головоломки по распознаванию программного кода и использовать в процессе обучения программированию. Учитывая текстовый формат игры Wordle, игру-головоломку для обучения программированию можно реализовать в виде чат-

бота — технологии, которая является популярной, в том числе в сфере обучения [6]. На текущий момент существуют чат-боты для обучения программированию, однако их гораздо меньше, чем цифровых игр на эту же тему (и исследований их применения и эффективности тоже). Количество игровых чат-ботов еще меньше, и они в основном представляют собой тесты и викторины.

Целью статьи является исследование влияния игрового чат-бота, организованного по принципам Wordle для изучения компьютерных наук и программирования, на алгоритмическое и логическое мышление. Понимание такого влияния позволит педагогам разумно подойти к внедрению игрового чат-бота и заданий-головоломок в образовательный процесс, а также поможет эффективно развивать алгоритмическое и логическое мышление у студентов. Достижение поставленной цели будет способствовать развитию способов построения игровых чат-ботов, а также использования словесных головоломок для обучения компьютерным наукам.

2. Анализ литературы

2.1. Использование игр в обучении программированию

Компьютерное программирование требует значительных когнитивных усилий, именно поэтому в последние годы наблюдается рост количества цифровых игр, разработанных специально для обучения навыкам программирования. Обзор подобных игр A. Vahldick, A. J. Mendes, M. J. Marcelino «A review of games designed to improve introductory computer programming competencies» [7] показал, что они преимущественно направлены на развитие трех компетенций в области программирования — понимания, письма и отладки, а самым популярным типом являются экшн-игры, в которых игрок путем написания программного кода задает движения некоторого персонажа в смоделированном мире. Вторым по популярности типом являются приключенческие игры, в которых необходимо руководить персонажем, взаимодействующим с элементами, управляемыми игрой. К третьей категории были отнесены игры, представляющие собой симуляторы, стратегии в реальном времени и игры-лабиринты.

Обзор и систематизация научных работ, представленные Z. Zhan, L. He, Y. Tong и другими в статье

¹ Арбузова А. Wordle и другие популярные поисковые запросы в Google в 2022 году. *РБК*. 09.12.2022. <https://trends.rbc.ru/trends/social/639315ba9a79470c0745dc59>

² Wordle. <https://www.nytimes.com/games/wordle/index.html>

«The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis» [8], показали положительное влияние цифровых образовательных игр на обучение программированию, причем этот эффект более выражен в текстовом программировании, чем в графическом. Например, наибольшее влияние игры оказывают на мотивацию обучающихся, за которой следуют академические достижения, и наименьшее влияние — на когнитивную нагрузку студентов. При этом игры как соревновательный механизм оказываются наиболее эффективны в развитии когнитивных способностей и увеличении мотивации обучающихся [9].

Многие цифровые обучающие игры представлены на ресурсе MobyGames.com¹ и в обзорах исследователей (см., например, [7, 10–12]). Среди них **преобладают игры для обучения программированию школьников или новичков**. Значительно меньше игр для студентов бакалавриата и для закрепления навыков студентов, уже умеющих программировать. Игр, посвященных развитию навыков чтения кода, еще меньше, хотя именно эти навыки очень важны при работе в команде и разработке программного проекта.

Для выполнения задач программирования обучающимся необходимо иметь как специальные знания, *hard skills*, так и развитое алгоритмическое и логическое мышление, то есть *soft skills*. *Soft skills* можно развивать с помощью текстовых заданий и головоломок в играх, которые являются не только эффективными инструментами для самостоятельной работы, активного обучения [13] и закрепления материала [14], но и средством развития когнитивных способностей обучающихся [15].

При создании цифровых игр необходимо учитывать особенности различных платформ и устройств, важно использовать в играх другие технологии, чтобы содействовать росту популярности цифровых игр в образовательных приложениях [16].

2.2. Игры-головоломки: преимущества использования

Существует отдельное направление обучения на основе головоломок [17], которое используется для различных дисциплин и направлений, включая инженерно-технические и ИТ. С помощью образовательных головоломок обучающихся привлекают к изучению компьютерных наук и инженерных программ, удерживают их внимание и интерес, мотивируют их, развивают их критическое мышление и навыки решения проблем [18]. Замечена тесная связь между способностью решать головоломки и способностью решать отраслевые и бизнес-задачи [19]. Часто головоломки используются для привлечения студентов-гуманитариев к изучению технических дисциплин (например, математической логики, теории алгоритмов, теории графов) [19]. Преимущества

обучения на основе игр-головоломок включают в себя превращение пассивных обучающихся в активных, повышение их интереса, удовлетворенности и академической успеваемости [20].

Головоломки являются инструментом, направленным в первую очередь на развитие мыслительных навыков, а не получение информации [18]. Использование игр-головоломок в обучении приводит к значительному улучшению когнитивных способностей студентов, таких как [17, 18]:

- быстрое мышление (скорость обработки информации);
- запоминание информации (рабочая память);
- гибкое реагирование на рабочие цели (когнитивный контроль);
- умение решать новые проблемы (формулирование умозаключений).

Кроме того, игры-головоломки улучшают исполнительную деятельность (из-за необходимости формулировать стратегии, планировать и перестраивать их) [20].

В статье C. Hartevelt, G. Smith, G. Carmichael и других «A design-focused analysis of games teaching computer science» [10] отмечается, что для обучения компьютерным наукам хорошо подходят логические игры и игры-головоломки, потому что они требуют логического и рационального мышления (см. также [7, 21, 22]). Логические стратегические игры наиболее эффективны для улучшения академических достижений, а игры-головоломки — для повышения мотивации и улучшения мыслительных навыков [8].

Игры-головоломки используются для разных уровней обучения. Например, B. H. Schlingloff в статье «Teaching model checking via games and puzzles» [23] предложил использовать головоломки на основе sudoku, игры «Пятнашки», «Крестики-нолики» и задачи типа «Волк, коза и капуста» в курсе по автоматизированной верификации на продвинутом уровне бакалавриата или в магистратуре для введения различных формализмов моделирования, для проверки моделей и при изучении языков спецификаций.

Большая часть головоломок используется на начальном этапе обучения или вводных курсах программирования [24]. В качестве примера можно привести головоломки по программированию на Python, описанные в докладе T. Schuster, A. Kalyan, O. Polozov, A. T. Kalai «Programming puzzles» [25]. Каждая головоломка задается короткой программой на Python, и цель учащегося состоит в том, чтобы найти входные данные, которые заставляют программу выдавать в качестве ответа True. Авторы обнаружили, что решение головоломок стимулирует навыки кодирования.

2.3. Словесные головоломки: преимущества использования

Отдельным видом головоломок, которые используются в образовательном процессе, являются словесные головоломки, в частности кроссворды [14] и игры на поиск слов [13], которые в основном

¹ Подробнее см.: <https://www.mobygames.com/genre/educational/>

распространены в преподавании и изучении иностранного языка [26] и обучении медицине [27], а также в технических дисциплинах, например, при изучении полупроводников [28]. За исключением отдельных работ, например, статьи **«The cryptic crossword puzzle as a useful analogue in teaching programming»** Simon [29], в которой 20 лет назад было предложено использовать кроссворды-загадки для обучения программированию начинающих с целью развития аналитического мышления и навыков решения проблем, данные виды головоломок редко используются в обучении программированию, хотя обладают большим потенциалом развития когнитивных способностей [15]. Словесные головоломки увеличивают словарный запас, развивают рабочую память, навыки когнитивной обработки, повышают разнообразие стратегий извлечения информации из рабочей памяти, усиливают способности к рассуждениям и мышление в целом [30–32]. Такие головоломки могут быть встроены в интеллектуальные игровые курсы и интегрированы с другими инструментами, что позволяет снизить когнитивную нагрузку обучающихся, повысить мотивацию к обучению, качество межличностного общения и учебные достижения [33].

Использование словесных головоломок улучшает обучение и запоминание информации, ориентирует студентов на базовые тезисы, на которых они должны сосредоточиться, дает хороший обзор материала, изложенного в лекциях [34], делает занятия более интересными и повышает мотивацию обучающихся [27], а также помогает находить выход из различных ситуаций и развивает навыки принятия решений [35]. Эти головоломки применяются как в командной работе, так и для повышения соревновательности в учебном процессе [34].

Словесные головоломки являются средством развития когнитивных способностей [15]. Те, кто решает словесные головоломки, имеют более высокие показатели когнитивных процессов, чем люди, которые их не решают [36, 37], а эксперты по Scrabble и кроссвордам значительно превосходят студентов с высоким уровнем развития когнитивных показателей [30]. Чтобы успешно решать словесные головоломки, нужны не просто общие знания, но и способности зрительно-пространственной и вербальной рабочей памяти, поскольку ими определяется процесс поиска слов и стратегии их извлечения из долговременной памяти [38]. В рабочей памяти одновременно осуществляется когнитивная обработка информации и ее кратковременное хранение. При решении словесной головоломки необходимо постоянно перебирать доступные буквы, мысленно вести список букв, составлять их возможные комбинации, одновременно читать словесные подсказки в головоломке, а еще извлекать слова, хранящиеся в долговременной памяти [30].

Помимо традиционных кроссвордов, существуют так называемые «загадочные кроссворды», или «кроссворды в британском стиле», в которых

к ответам ведут не прямые подсказки, а другие головоломки или задачи. Для ответов на такие многоступенчатые вопросы необходимо применять навыки решения проблем, а также обладать хорошим словарным запасом. Результаты исследования K. J. Friedlander, Ph. A. Fine **«The grounded expertise components approach in the novel area of cryptic crossword solving»** [32] показали, что этот тип головоломок требует сочетания разнообразных лексических способностей, навыков логического и аналитического мышления, а на скорость их решения влияют возможности рабочей памяти. Подобная комбинация подразумевает определенный уровень развития когнитивных способностей, способствующий достижению успехов в учебе, особенно в научной сфере и ИТ. K. J. Friedlander, Ph. A. Fine в статье **«Fluid intelligence is key to successful cryptic crossword solving»** [31] предположили, что в процессе отгадывания этих головоломок важную роль играют подвижный интеллект, умение использовать комбинацию алгебраических и аналитических методов для решения математических задач, умение решать задачи на сопоставление образов и зрительно-пространственных манипуляций. Заметны аналогии между решением «загадочных кроссвордов» и задач компьютерного программирования, поскольку ясное аналитическое мышление и продуктивная проверка гипотез необходимы в обоих случаях [29].

Следует отметить, что работа со словарным запасом, синтаксисом и лексикой важна для программиста, поскольку, во-первых, программы не могут быть написаны без знаний синтаксических правил языка программирования [39], а во-вторых, низкое разнообразие лексики ухудшает понимание программы и, следовательно, требует от разработчиков затрачивать больше усилий на поддержку программного обеспечения [40].

Учитывая потенциал словесных головоломок, следует активно применять их в обучении программированию и компьютерным наукам. Кроссворды и игры на поиск слов не нашли широкого использования в обучении программированию, поэтому необходимо найти такие словесные головоломки, которые будут интересны и увлекательны для студентов разного уровня подготовки, при этом будут развивать их навыки [18]. Данные головоломки должны быть правильно интегрированы в образовательный процесс (как, например, интерактивная головоломка на основе визуальной карты, описанная в статье A. Khamparia, B. Pandey **«Effects of visual map embedded approach on students learning performance using Briggs—Myers learning style in word puzzle gaming course»** [33]), а также соответствовать ключевым принципам успешных обучающих игр [41]:

- обеспечение внешней мотивации;
- обеспечение равных возможностей для участия;
- наличие продуктивной неудачи;
- наличие известной цели.

3. Материалы и методы

3.1. Игровой чат-бот для мессенджера Telegram

Для проведения исследования был разработан игровой чат-бот «Распознай команду Python» для мессенджера Telegram с задачами-головоломками, организованными по принципам Wordle. Данный игровой чат-бот предназначен для поддержки обучения текстовым языкам программирования или компьютерным дисциплинам, в которых используются текстовые языки программирования, в частности Python.

Суть работы бота заключается в следующем. Случайным образом выбирается строчка некоторой программы на языке программирования Python. К этой строке применяются некоторые упрощения, преобразующие сложные имена переменных в имена «a», «b», «c» и т. д., числовые данные — в 1, 2, 3 и т. д., строковые данные — в «a», «b», «c» и т. д. Далее каждый символ полученной строки программного кода зашифровывается символом * (рис. 1). Студент

должен в диалоговом режиме расшифровать полученную строку, введя предполагаемый код аналогичной длины. В случае наличия символов в указанных студентом позициях они открываются. При наличии символов в других позициях они отображаются в дополнительной строчке после символа «#». Чем раньше студент расшифрует код, тем больше очков за выполнение задания он получит. Помимо контроля введенной длины кода, осуществляется контроль соблюдения правил PEP8 для языка программирования Python, а также контроль наличия открытых символов. Предусмотрено три уровня сложности заданий с разным начислением очков. Возможно изменение уровня сложности игры и переход между уровнями. Отслеживается рейтинг игроков на основе набранных очков.

Игровой чат-бот направлен на поддержку развития как предметных навыков (запоминания или вспоминания элементов языка программирования), так и надпредметных (рабочей памяти, внимания и логического мышления).

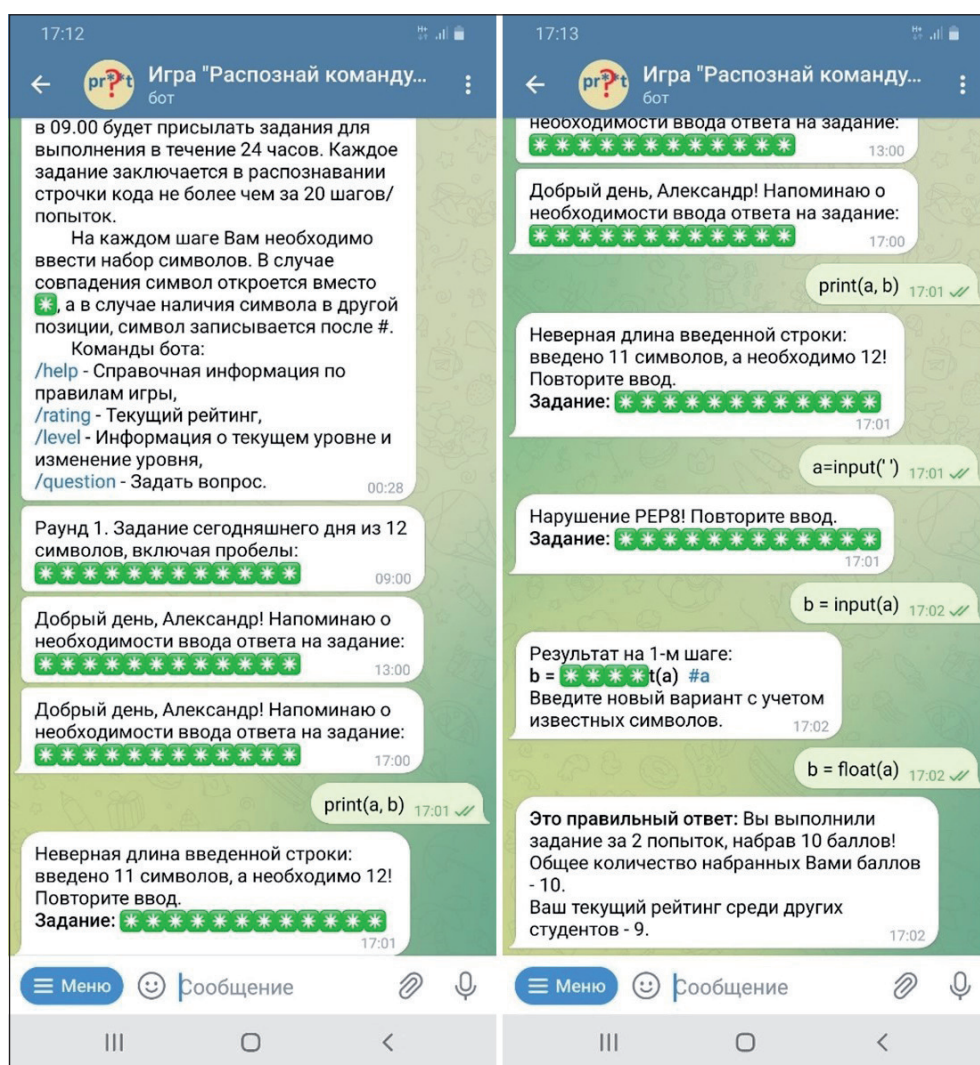


Рис. 1. Работа игрового чат-бота «Распознай команду Python»

Fig. 1. The operation of the gaming chatbot "Identify the Python command"

На рисунке 1 приведен пример работы бота, в котором была закодирована строка «`b = float(a)`». Бот не принял строку «`print(a, b)`» из-за неверной длины и строку «`a=input()`» из-за нарушения правил PEP8. Строка «`b = input(a)`» была принята: чат-бот показал, что закодированная строка начинается с «`b =`», заканчивается на «`t(a)`» и имеет символ «`a`». Следующий ввод «`b = float(a)`» оказался правильным ответом.

3.2. Процедура исследования

В исследовании приняли участие 36 студентов бакалавриата 3-го курса направления подготовки «Информационные системы и технологии» факультета информационных технологий Московского политехнического университета. Обучающиеся не являлись новичками в программировании, многие знали язык Python, однако основными (в том числе предпочитаемыми) языками программирования для них были Java и JavaScript. Студенты использовали игрового чат-бота вне аудитории в течение десяти дней. В день можно было решить не больше трех головоломок. К финалу каждый обучающийся получил некоторую сумму набранных баллов, занял определенное место в рейтинге с конкретным числом решенных и нерешенных заданий, а также узнал среднее число шагов, затраченных им на решение одной головоломки.

В рамках исследования было разработано 2 анкеты. Первая анкета служила для оценки от-

ношения обучающихся к программированию и самооценки их уровня знаний и навыков в программировании, а также когнитивных способностей. Вторая анкета служила для оценки игрового чат-бота: насколько он интересен студентам, сложен и полезен. В анкетах применялась пятибалльная шкала Лайкерта, однако для вопросов об удобстве и удовольствии от работы с чат-ботом использовалась номинальная шкала с четырьмя значениями. Перед началом взаимодействия с чат-ботом студенты заполнили первую анкету, а после окончания — вторую анкету и первую повторно.

4. Результаты

4.1. Портрет студента

По результатам первого заполнения первой анкеты сформируем исходный портрет студента. Распределения показателей студентов представлены на гистограммах (рис. 2). Так, *средний интерес студентов к программированию составил 3,3 балла*, однако 23 % студентов программирование неинтересно или мало интересно. 75 % студентов оценили *сложность программирования в 3 и более баллов*, а средний балл составил 2,89. 86 % студентов оценили *полезность программирования в 3 и более баллов*, а средний балл составил 3,42. *Интерес, сложность и воспринимаемая полезность* программирования на языке

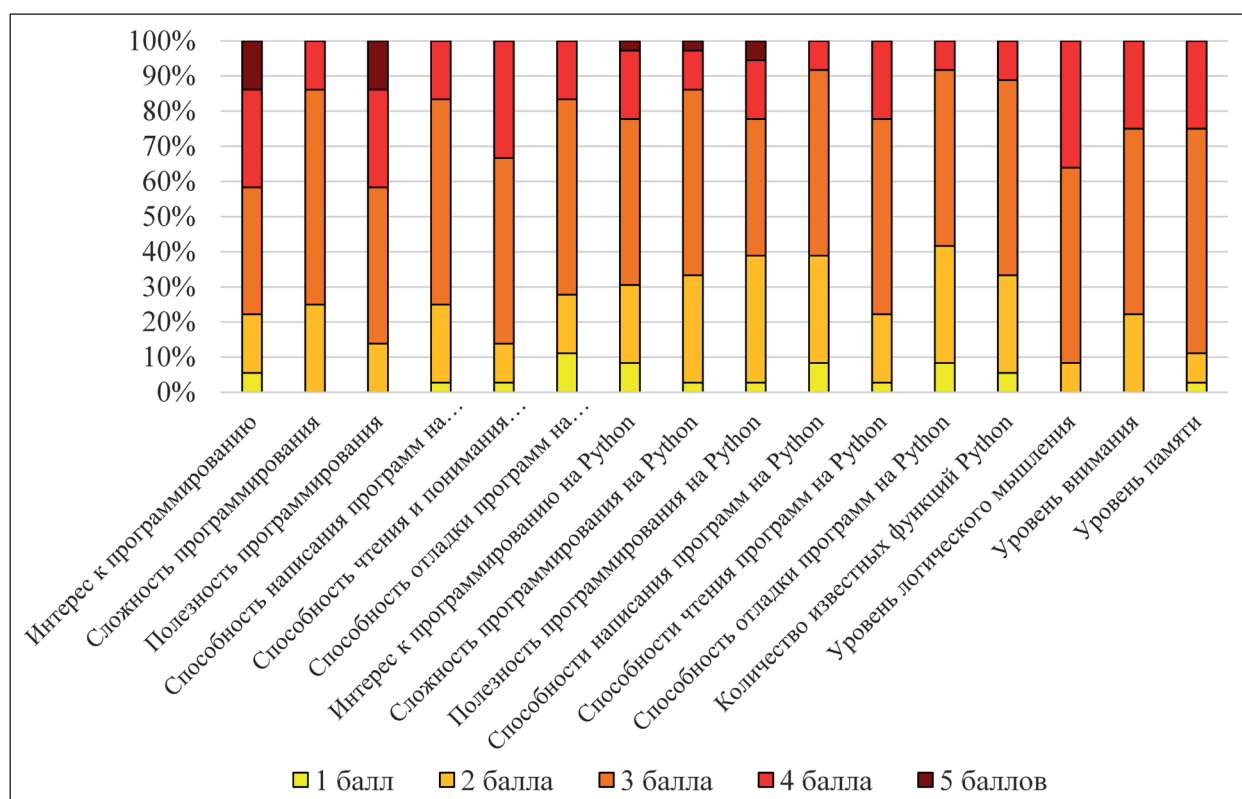


Рис. 2. Диаграмма распределения отношения студентов к программированию, самооценки их уровня знаний и навыков в программировании, когнитивных способностей

Fig. 2. The distribution diagram of students' attitudes towards programming, self-assessment of their level of knowledge and skills in programming, cognitive abilities

Python были оценены более скромно: средний интерес составил 2,84 балла, средняя сложность — 2,83 балла, средняя полезность — 2,9 балла. Средняя самооценка навыка написания программ на языке Python составила 2,61 балла, средняя самооценка навыка чтения и понимания программ — 2,97 балла, средняя самооценка навыка отладки программ — 2,56 балла, а среднее количество известных функций, операторов, команд по шкале от 1 (очень мало) до 5 (очень много) — 2,74 балла. Средняя самооценка уровня логического мышления составила 3,28 балла, средняя самооценка уровня внимания — 3,03 балла, средняя самооценка уровня памяти — 3,11 балла. Отметим, что лишь небольшое количество студентов поставили 5 баллов при ответе на вопросы.

Полученные средние значения каждого показателя внесем в таблицу.

После использования игрового чат-бота средние значения ответов студентов на вопросы первой анкеты изменились. Такое изменение могло быть случайным, но могло произойти и под действием игрового чат-бота. Используем *t*-тест для парных выборок, чтобы проверить гипотезу о том, что изменение оценок обусловлено использованием чат-бота. *t*-тест продемонстрировал:

- три показателя, значения которых статистически значимо отличаются до и после использования теста с уровнем значимости $p < 0,05$, — сложность программирования

в целом, количество функций Python, уровень логического мышления;

- три показателя, значения которых статистически значимо отличаются до и после использования теста с уровнем значимости $p < 0,1$, — сложность программирования на Python, полезность программирования в целом и на Python.

Данные показатели отмечены в таблице.

Объективным показателем выполнения заданий в игровом чат-боте являлась сумма набранных баллов, которая явно коррелировала:

- с финальным уровнем заданий: $r = 0,92$;
- с количеством полученных заданий: $r = 0,89$;
- с количеством верно решенных заданий: $r = 0,93$;
- с самооценкой навыка чтения и понимания программы на языке Python: $r = 0,44$.

Кроме того, данная сумма обратно коррелировала со средним количеством шагов, затраченных на решение одной головоломки ($r = -0,57$), и оценкой сложности программирования ($r = -0,44$).

Среднее количество шагов, затраченных на решение одной головоломки, обратно коррелировало с самооценкой уровня логического мышления: $r = -0,32$.

4.2. Восприятие чат-бота

По результатам заполнения второй анкеты можно сделать вывод об отношении студентов к за-

Таблица / Table

Средние значения ответов студентов на вопросы первой анкеты до и после использования игрового чат-бота¹

Average values of student answers to the questions of the first questionnaire before and after using the gaming chatbot

Показатель	Среднее значение до использования чат-бота, в баллах	Среднее значение после использования чат-бота, в баллах
Интерес к программированию в целом	3,28	3,44
Сложность программирования в целом	2,89	3,17**
Полезность программирования в целом	3,42	3,69*
Интерес к программированию на языке Python	2,86	2,92
Сложность программирования на языке Python	2,81	3,0*
Полезность программирования на языке Python	2,86	3,06*
Навык написания программ на языке Python	2,61	2,75
Навык чтения и понимания программ на языке Python	2,97	2,92
Навык отладки программ на языке Python	2,58	2,58
Количество известных элементов языка Python по шкале от 1 (очень мало) до 5 (очень много)	2,72	2,89**
Самооценка уровня логического мышления	3,28	3,5**
Самооценка уровня внимания	3,03	3,0
Самооценка уровня памяти	3,11	3,22

¹ Уровень статистической значимости для $p < 0,1$ указан как *, для $p < 0,05$ — как **.

даниям-головоломкам игрового чат-бота и к самому чат-боту. На рисунке 3 представлено распределение оценок увлекательности, сложности и воспринимаемой полезности заданий-головоломок игрового чат-бота, созданного по принципам Wordle. Среднее значение увлекательности заданий-головоломок оказалось равным 2,83 балла, среднее значение сложности — 3,44 балла, среднее значение воспринимаемой полезности — 2,53 балла.

На рисунке 4 представлено распределение оценок активизации памяти, внимания и логического мышления при выполнении заданий-головоломок игрового чат-бота, организованного по принципам Wordle. Среднее значение оценки активации памяти

оказалось равно 3,64 балла, внимания — 3,64 балла, логического мышления — 3,53 балла.

На рисунке 5 представлено распределение оценок способности заданий-головоломок игрового чат-бота, организованного по принципам Wordle, развивать память, внимание, логическое мышление, стимулировать запоминание и вспоминание элементов языка Python при продолжительном использовании. Среднее значение оценки способности развивать память равно 2,33 балла, внимание — 2,78 балла, логическое мышление — 2,94 балла, стимулировать запоминание и вспоминание элементов языка Python — 3,03 балла.

На рисунке 6 представлены распределения оценок удобства игрового чат-бота и удовольствия от его

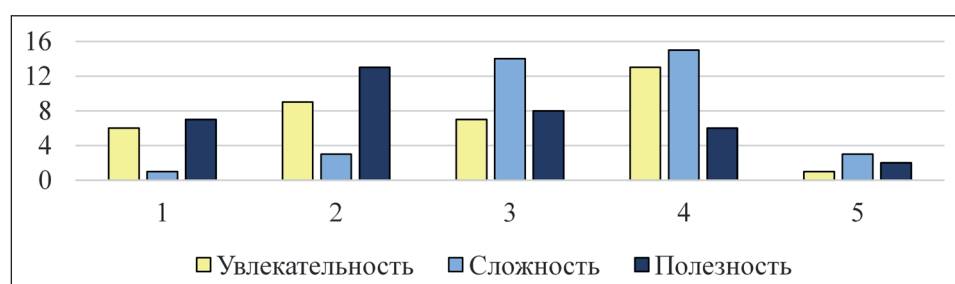


Рис. 3. Гистограмма распределения оценок увлекательности, сложности и воспринимаемой полезности игрового чат-бота

Fig. 3. The histogram of the distribution of fascination, difficulty, and perceived usefulness of the gaming chatbot

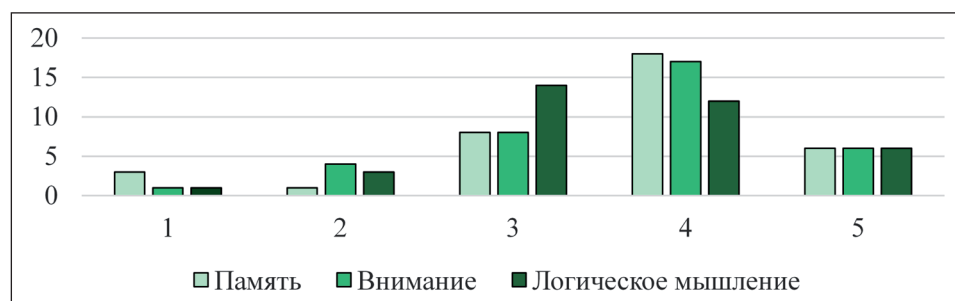


Рис. 4. Гистограмма распределения оценок активизации памяти, внимания и логического мышления при выполнении заданий-головоломок игрового чат-бота

Fig. 4. The histogram of the distribution of assessments of activating memory, attention, and logical thinking when performing task-puzzles of the gaming chatbot

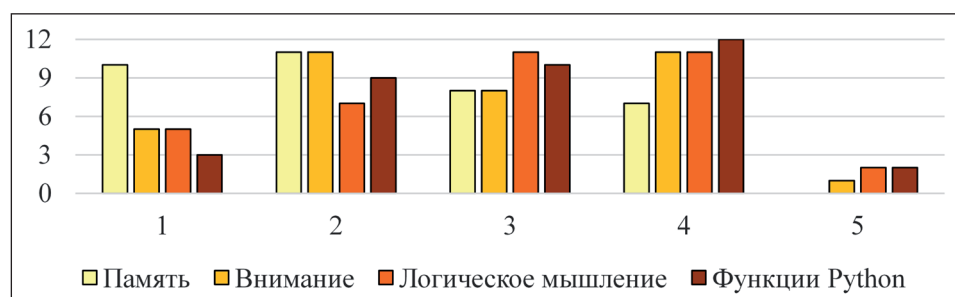


Рис. 5. Гистограмма распределения оценок способности заданий-головоломок игрового чат-бота развивать память, внимание, логическое мышление, знание и вспоминание элементов языка Python при продолжительном использовании

использования. Так, мода оценок удобства использования оказалась равным значению «Удобно», а мода оценок удовольствия от использования соответствует значению «Понравилось».



а



б

Рис. 6. Гистограммы распределений оценок игрового чат-бота:

а — удобство; б — удовольствие от использования

Fig. 6. The histograms of distributions of gaming chatbot assessments:

а — convenience; б — enjoyment of use

5. Обсуждение

В результате проведения эксперимента было получено два типа показателей:

- объективные — набранные баллы, количество решенных/нерешенных заданий, среднее количество шагов на решение одной головоломки);
- субъективные — оценки и самооценки, указанные в анкетах.

Очевидно, что существуют прямые и обратные корреляции между объективными и субъективными показателями (например, между суммой набранных баллов и оценкой сложности программирования на Python), которые позволяют доверять субъективным оценкам. Следовательно, выявленные различия в субъективных показателях до и после использования игрового чат-бота связаны именно с использованием чат-бота.

Для объяснения полученных результатов нужно учесть, что, во-первых, использование чат-бота осуществлялось только в течение десяти дней, а во-вторых, студенты, принимавшие участие в эксперименте, были старшекурсниками, которые в течение трех лет изучали различные ИТ-дисциплины, связанные с программированием. По этим причинам не стоит ожидать статистически значимого изменения

интереса к программированию. Однако можно заметить, что произошло статистически значимое изменение оценки сложности и воспринимаемой полезности программирования в целом и на языке Python. Задания-головоломки открыли глаза студентам и показали пробелы в знании языка программирования, и значит, представление обучающихся о сложности программирования как дисциплины увеличилось. С этим может быть связано и статистически незначимое уменьшение самооценки навыка чтения и понимания программы на Python. Воспринимаемая полезность задания зависит от его сложности, поэтому изменение восприятия сложности сказалось на полезности. Однако учитывая, что уровень значимости составил $p < 0,1$, мы уточним этот вопрос в следующих исследованиях.

Необходимо отметить, что для оценки влияния разработанного игрового чат-бота на алгоритмическое и логическое мышление студентов использовалась пятибалльная шкала, однако при заполнении первой анкеты в первый раз очень небольшое число обучающихся использовали все 5 баллов. Поэтому оценки в 3-4 балла при заполнении второй анкеты и втором заполнении первой анкеты свидетельствуют о положительном результате использования игрового чат-бота и его положительном влиянии на показатели обучения.

Использование игрового чат-бота статистически значимо увеличило самооценку количества известных студентам команд, функций, операторов языка Python и уровня логического мышления. Последнее наиболее интересно, поскольку развитие алгоритмического и логического мышления способствует повышению эффективности решения как профессиональных, так и бытовых задач. Кроме того, по результатам анкетирования мы видим, что **в процессе решения головоломок у студентов активизировалась память, внимание и в особенности логическое мышление.**

Сам игровой чат-бот оценивался преимущественно как удобный для использования, и только 16,67% студентов совсем не понравилось работать с ним.

6. Выводы

В настоящее время компьютерные игры активно используются в образовании, в том числе в обучении программированию. Цифровые игры практически всегда оказывают положительное влияние на вовлеченность обучающихся в процесс получения знаний и навыков, а также на их академические знания и успехи, а кроме того, могут использоваться для развития алгоритмического и логического мышления. Например, у людей, которые решают словесные задания и головоломки, показатели когнитивных процессов лучше, чем у людей, не решающих их.

С опорой на положительный опыт некоторых исследователей в адаптации популярных игр для создания обучающих компьютерных игр был реализован игровой чат-бот с заданиями-головоломка-

ми, организованными по принципам Wordle, для развития навыков алгоритмического и логического мышления у студентов, изучающих текстовые языки программирования или компьютерные дисциплины, в которых используются текстовые языки программирования.

Проведенное исследование показало положительное влияние использования данного игрового чат-бота на оценку студентами сложности программирования, самооценку количества известных команд, функций, операторов языка Python и уровня логического мышления. Обнаружено, что использование чат-бота активизирует память, внимание и в особенности логическое мышление.

Результаты исследования вносят вклад в развитие игровых чат-ботов, а также в использование словесных головоломок в обучении компьютерным наукам. Дальнейшая работа предполагает построение моделей, которые описывают влияние выделенных параметров выполнения заданий-головоломок на показатели алгоритмического и логического мышления, в том числе выявленные с использованием объективных тестов.

Финансирование

Публикация подготовлена в ходе/в результате проведения исследования/работы (№ 22-00-052) в рамках программы «Научный фонд Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)».

Funding

The publication was prepared in the course of/as the result of the research/work (grant No 22-00-052) within the framework of the HSE Academic Fund Program.

Список источников / References

1. Nikula U., Gotel O., Kasurinen J. A motivation guided holistic rehabilitation of the first programming course. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*. 2011;11(4):1–38. DOI: 10.1145/2048931.2048935.
2. Santana B. L., Araujo L. G., Bittencourt R. A. Considerando a motivação dos estudantes em experiências de ensino-aprendizagem de computação. *Anais dos Workshops do VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2018)*. Fortaleza, CE, Brasil, Sociedade Brasileira de Computação; 2018:500. (In Portuguese.) DOI: 10.5753/CBIE.WCBIE.2018.500.
3. Mayer R. E. Computer games in education. *Annual Review of Psychology*. 2019;70:531–549. DOI: 10.1146/ANNUREV-PSYCH-010418-102744.
4. Nouchi R., Taki Y., Takeuchi H., et al. Brain training game boosts executive functions, working memory and processing speed in the young adults: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*. 2013;8(2):e55518. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0055518.
5. Huang V., Young M., Fiocco A. J. The association between video game play and cognitive function: Does gaming platform matter? *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2017;20(11):689–694. DOI: 10.1089/CYBER.2017.0241.
6. Cunningham-Nelson S., Boles W., Trouton L., Margerison E. A review of chatbots in education: Practical steps forward. *Proc. 30th Annual Conf. for the Australasian Association for Engineering Education (AAEE 2019): Educators Becoming Agents of Change: Innovate, Integrate, Motivate*. Brisbane, Queensland, Australia, Engineers Australia; 2019:299–306. DOI: 10.3316/INFORMIT.068364390172788.
7. Vahldick A., Mendes A. J., Marcelino M. J. A review of games designed to improve introductory computer programming competencies. *Proc. Frontiers in Education Conference (FIE)*. Madrid, Spain, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2014:1–7. DOI: 10.1109/FIE.2014.7044114.
8. Zhan Z., He L., Tong Y., et al. The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2022;3:100096. DOI: 10.1016/J.CAEAI.2022.100096.
9. Long J. Just for fun: Using programming games in software programming training and education. *Journal of Information Technology Education: Research*. 2007;6:279–290. DOI: 10.28945/216.
10. Hartevelde C., Smith G., Carmichael G., et al. A design-focused analysis of games teaching computer science. *Proc. Games+Learning+Society Conf. (GLS10)*. Pittsburgh, PA, USA, ETC Press; 2015:109–117. DOI: 10.1184/R1/6686768.
11. Miljanovic M. A., Bradbury J. S. A review of serious games for programming. *Serious Games. Proc. 4th Joint Int. Conf. JCSG2018. Lecture Notes in Computer Science*. Springer Cham; 2018;11243:204–216. DOI: 10.1007/978-3-030-02762-9_21.
12. Giannakoulas A., Xinogalos S. A review of educational games for teaching programming to primary school students. *Handbook of Research on Tools for Teaching Computational Thinking in P-12 Education*. Hershey, PA, USA, Information Science Pub., IGI Global; 2020:1–30. DOI: 10.4018/978-1-7998-4576-8.ch001.
13. Nirmal L., Muthu M. S., Prasad M. Use of puzzles as an effective teaching-learning method for dental undergraduates. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2020;13(6):606–610. DOI: 10.5005/JP-JOURNALS-10005-1834.
14. Zamani P., Haghighi S. B., Ravanbakhsh M. The use of crossword puzzles as an educational tool. *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism*. 2021;9(2):102–108. DOI: 10.30476/JAMP.2021.87911.1330.
15. Murphy M., Spillane K., Cully J., et al. Can word puzzles be tailored to improve different dimensions of verbal fluency? A report of an intervention study. *The Journal of Psychology*. 2016;150(6):743–754. DOI: 10.1080/00223980.2016.1182887.
16. Wang L.-H., Chen B., Hwang G.-J., Wang Y.-Q. Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*. 2022;9(1):1–13. DOI: 10.1186/S40594-022-00344-0/TABLES/2.
17. Michalewicz Z., Michalewicz M. Puzzle-based learning: An introduction to critical thinking, mathematics, and problem solving. Melbourne, Victoria, Australia, Hybrid Publishers; 2008. 346 p.
18. Falkner N., Sooriamurthi R., Michalewicz Z. Puzzle-based learning for engineering and computer science. *Computer*. 2010;43(4):20–28. DOI: 10.1109/MC.2010.113.
19. Kawash J. Engaging students by intertwining puzzle-based and problem-based learning. *Proc. 13th Annual Conf. on Information Technology Education (SIGITE'12)*. New York, NY, USA, Association for Computing Machinery; 2012:227–232. DOI: 10.1145/2380552.2380617.
20. Khorammakan R., Omid A., Mirmohammadsadeghi M., Ghadami A. Puzzle game-based learning: A new approach to promote learning of principles of coronary artery bypass graft surgery. *BMC Medical Education*. 2023;23:241. DOI: 10.1186/S12909-023-04156-W/TABLES/3.
21. Lindberg R. S. N., Laine T. H., Haaranen L. Gamifying programming education in K-12: A review of programming curricula in seven countries and programming games. *British Journal of Educational Technology*. 2019;50(4):1979–1995. DOI: 10.1111/BJET.12685.
22. Vahldick A., Farah P. R., Marcelino M. J., Mendes A. J. A blocks-based serious game to support introductory computer

programming in undergraduate education. *Computers in Human Behavior Reports*. 2020;2:100037. DOI: 10.1016/J.CHBR.2020.100037.

23. Schlingloff B. H. Teaching model checking via games and puzzles. *Proc. FMMFun: International Workshop on Formal Methods — Fun for Everybody*. Springer Cham, 2021;1301:143–158. DOI: 10.1007/978-3-030-71374-4_7/COVER.

24. Oyelere S. S., Agbo F. J., Sanusi I. T., et al. Impact of puzzle-based learning technique for programming education in Nigeria context. *Proc. IEEE 19th Int. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT 2019)*. Maceio, Brazil, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019;239–241. DOI: 10.1109/ICALT.2019.00072.

25. Schuster T., Kalyan A., Polozov O., Kalai A. T. Programming puzzles. *arXiv preprint*. 2021;1–38. DOI: 10.48550/arXiv.2106.05784.

26. A'yunin R., Aminin Z. Teachers' voice of using crossword puzzle games to improve students' vocabulary. *RETAIN (Research on English Language Teaching in Indonesia)*. 2023;11(2):8–14. Available at: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/retain/article/view/54278>

27. Kalkan N., Güler S., Bulut H., Au A. Views of students on the use of crossword and word search puzzle as a teaching technique in nursing education: A mixed-method study. *Nurse Education Today*. 2022;119:105542. DOI: 10.1016/J.NEDT.2022.105542.

28. Hussin H., Aziz A. A., Hussin A. H., Muda S. Effectiveness of cooperative learning: Jigsaw and cross word puzzles for semiconductor devices course. *Proc. 2019 IEEE Int. Conf. on Engineering, Technology and Education (TALE)*. Yogyakarta, Indonesia, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019;1–7. DOI: 10.1109/TALE48000.2019.9225983.

29. Simon. The cryptic crossword puzzle as a useful analogue in teaching programming. *Proc. 6th Australasian Conf. on Computing Education (ACE '04)*. Dunedin, New Zealand, Australian Computer Society Inc.; 2004;30:299–303.

30. Toma M., Halpern D. F., Berger D. E. Cognitive abilities of elite nationally ranked SCRABBLE and crossword experts. *Applied Cognitive Psychology*. 2014;28(5):727–737. DOI: 10.1002/ACP.3059.

31. Friedlander K. J., Fine Ph. A. Fluid intelligence is key to successful cryptic crossword solving. *Journal of Expertise*. 2020;3(2):101–132.

32. Friedlander K. J., Fine Ph. A. The grounded expertise components approach in the novel area of cryptic crossword solving. *Frontiers in Psychology*. 2016;7:567. DOI: 10.3389/FPSYG.2016.00567.

33. Khamparia A., Pandey B. Effects of visual map embedded approach on students learning performance using Briggs—Myers learning style in word puzzle gaming course. *Computers & Electrical Engineering*. 2018;66:531–540. DOI: 10.1016/J.COMPELECENG.2017.12.041.

34. Bawazeer G., Sales I., Albogami H., et al. Crossword puzzle as a learning tool to enhance learning about anticoagu-

lant therapeutics. *BMC Medical Education*. 2022;22:267. DOI: 10.1186/S12909-022-03348-0/TABLES/6.

35. Kaynak S., Ergün S., Karadaş A. The effect of crossword puzzle activity used in distance education on nursing students' problem-solving and clinical decision-making skills: A comparative study. *Nurse Education in Practice*. 2023;69:103618. DOI: 10.1016/J.NEPR.2023.103618.

36. Brooker H., Wesnes K. A., Ballard C., et al. An online investigation of the relationship between the frequency of word puzzle use and cognitive function in a large sample of older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. 2019;34(7):921–931. DOI: 10.1002/GPS.5033.

37. Harrison-Dening K. "Use it or lose it": The relationship between the frequency of word puzzle use and cognitive function. *Evidence Based Nursing*. 2020;23(4):104. DOI: 10.1136/EBNURS-2019-103165.

38. Hambrick D. Z., Salthouse T. A., Meinz E. J. Predictors of crossword puzzle proficiency and moderators of age-cognition relations. *Journal of Experimental Psychology: General*. 1999;128(2):131–164. DOI: 10.1037/0096-3445.128.2.131.

39. Juričić V., Radošević M. Puzzle-like programming languages in teaching programming. *Proc. 42nd Int. Convention on Information and Communication Technology (MIPRO2019)*. Rijeka, Croatia, MIPRO, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019;542–546. DOI: 10.23919/MIPRO.2019.8757192.

40. Fakhoury S., Ma Y., Arnaoudova V., Adesope O. O. The effect of poor source code lexicon and readability on developers' cognitive load. *Proc. 2018 IEEE/ACM 26th Int. Conf. on Program Comprehension (ICPC)*. Gothenburg, Sweden, ACM, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2018;1–11. DOI: 10.1145/3196321.3196347.

41. Biehle L., Jeffres M. Play games and score points with students. *Clinical Teacher*. 2018;15(6):445–450. DOI: 10.1111/TCT.12763.

Информация об авторе

Варнавский Александр Николаевич, канд. тех. наук, доцент, доцент департамента компьютерной инженерии, Московский институт электроники и математики им. А. Н. Тихонова, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-7645>; e-mail: avarnavsky@hse.ru

Information about the author

Alexander N. Varnavsky, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the School of Computer Engineering, HSE Tikhonov Moscow Institute of Electronics and Mathematics, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-7645>; e-mail: avarnavsky@hse.ru

Поступила в редакцию / Received: 15.12.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 29.01.24.

Принята к печати / Accepted: 30.01.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-59-68

КАК СЕГОДНЯ УЧАТ РАБОТЕ С ИНФОРМАЦИЕЙ В ШКОЛЕ: ВЗГЛЯД УЧЕНИКА. РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОУРОВНЕВОГО ЛАТЕНТНОГО АНАЛИЗА КЛАССОВ

И. В. Дворецкая¹ ✉, А. Ю. Уваров^{1,2}¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия² Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия

✉ idvoretskaya@hse.ru

Аннотация

В статье представлены результаты анализа ответов учащихся об их обучении работе с информацией при решении учебных задач. Использованы результаты опроса, проводившегося в ходе выполнения проекта по мониторингу цифровой трансформации общеобразовательных организаций в 2021 году. Выявлены четыре специфических профиля обучения школьников в зависимости от заданий, которые они получают от учителя для формирования навыков работы с информацией. Выделены три типичные группы школ по видам профилей обучения учащихся навыкам работы с информацией. Проанализировано влияние оснащенности школ цифровым оборудованием и деятельности по обновлению функционирования и развития инновационных методов учебной работы в школе на существующие практики обучения школьников работе с информацией. Обнаружено, что если школа обеспечена цифровым оборудованием для индивидуальной работы учащихся, учителя охотнее дают им задания по операциям с информацией в цифровой среде. Выявлено, что разработка и обсуждение в педагогических коллективах концепций и планов освоения цифровых технологий положительно связана с практикой использования заданий для формирования информационной грамотности учеников. Предложены рекомендации по формированию информационной грамотности учащихся общеобразовательной школы.

Ключевые слова: информационная грамотность, освоение ИКТ, цифровая трансформация, цифровое обновление образования, мониторинговые обследования.

Для цитирования:

Дворецкая И. В., Уваров А. Ю. Как сегодня учат работе с информацией в школе: взгляд ученика. Результаты многоуровневого латентного анализа классов. *Информатика и образование*. 2024;39(2):59–68. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-59-68.

HOW INFORMATION MANAGEMENT IS TAUGHT IN SCHOOL TODAY: A STUDENT'S PERSPECTIVE. THE RESULTS OF MULTILEVEL LATENT CLASS ANALYSIS

I. V. Dvoretskaya¹ ✉, A. Yu. Uvarov^{1,2}¹ National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia² The Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

✉ idvoretskaya@hse.ru

Abstract

The article presents the results of an analysis of students' responses about teaching them how to work with information when solving learning tasks. The results of a survey conducted in the course of the project on monitoring the digital transformation of educational organizations in 2021 were used. Four specific students' learning profiles have been identified, depending on the tasks they receive from the teacher to develop information literacy skills. Three typical groups of schools have been identified according to the types of profiles of teaching students to work with information. The influence of schools' digital equipment, activities aimed at upgrading the functioning and development of innovative methods of educational work at school on the existing practices of teaching students to work with information has been analyzed. It was found that if a school is provided with digital equipment for students' individual learning, teachers are more willing to give them tasks to work with information in the digital environment. It has been revealed that the development and discussion of concepts and plans for mastering digital technologies in pedagogical teams is positively related to the practice of using tasks to develop students' information literacy. The recommendations for the formation of information literacy in general education school students are offered.

Keywords: information literacy, ICT uptake, digital transformation, digital renewal of education, monitoring surveys.

For citation:

Dvoretskaya I. V., Uvarov A. Yu. How information management is taught in school today: A student's perspective. The results of multilevel latent class analysis. *Informatics and Education*. 2024;39(2):59–68. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-59-68.

1. Введение

Одним из главных ожидаемых результатов цифрового обновления¹ школы является подготовка информационно грамотных граждан, то есть обладающих навыком работы с информацией. Информационно-коммуникационная компетентность (или информационная грамотность) входит в число основных метапредметных компетенций, которыми должны владеть выпускники основной школы. Полноценное формирование информационной грамотности рассматривается как одна из задач по подготовке учащихся к жизни в информационном обществе и цифровой экономике [2, 3]. Под информационной грамотностью понимается способность эффективно выявлять потребность в информации, проводить поиск и извлечение данных, оценку достоверности источника и содержания информации, обеспечивать хранение, управление и организацию информации для решения своих задач. Информационная грамотность — одно из условий успешного обучения на протяжении всей жизни, способности адаптироваться к экономическим и социальным изменениям [4].

То, как школьники решают задачи, возникающие при работе с информацией (как они формулируют поисковые запросы, ищут, оценивают и проверяют источники и т. п.), изучается давно [5]. Разработаны общепризнанные рамки для определения информационной грамотности и ее индикаторы [3, 6–8], надежные измерительные инструменты для ее объективной оценки [7, 9]. Появление инструментов, позволяющих оценивать навыки работы с информацией у школьников, предоставило возможность выявлять условия учебной работы, которые способствуют формированию этих навыков. Ряд таких исследований выполнен на базе масштабных работ по тестированию школьников [3, 7, 9] и опирается на достоверные результаты педагогических измерений. Однако они не всегда учитывают, что учебная работа в цифровой среде может рассматриваться как система, включающая в себя взаимосвязанные процессы и элементы. Если обучение в цифровой среде представить как такую систему, то в ней можно выделить гомогенные группы учащихся на основе сходства паттернов их учебной работы, а затем выявить факторы, влияющие на принадлежность учащихся к разным группам на уровне отдельной школы. Методика расчетов, которая используется в нашем исследовании, призвана восполнить этот пробел: она помогает выделить паттерны обучения школьников работе с информацией и обнаружить условия их возникновения.

Цель исследования, представленного в статье, — выявление особенностей цифрового обновления,

которые влияют на практику обучения работе с информацией учащихся IX—XI классов общеобразовательной школы.

2. Концептуальная модель исследования

В социальных исследованиях сформировались два аналитических подхода. Первый ориентирован на переменные (*англ.* Variable-Centered Approach). Он широко используется в исследованиях для выявления факторов, влияющих на формирование разных уровней информационной грамотности и цифровых компетенций [3, 7, 9]. Второй подход ориентирован на индивида (*англ.* Person-Centered Approach). Здесь респондент описывается с помощью набора свойств, что позволяет выявить группы индивидов со схожими характеристиками и оценить вклад предикторов (независимых переменных) в межгрупповые различия. Последний подход получает все большее распространение в исследованиях образования, так как с его помощью можно более точно выявлять и описывать закономерности, предлагать практические решения и возможные интервенции [10–13], и потому он представляется нам более предпочтительным.

В соответствии с моделью исследования (рис. 1) мы отберем для опросника учащихся несколько существующих практик обучения работе с информацией:

- поиск информации в интернете [5, 7];
- проверка надежности найденной информации и ее обсуждение в классе [5, 8];
- корректное указание источников информации и защита авторских прав [8].

Мы понимаем, что согласно рамкам цифровой грамотности подобные задания позволяют формировать только элементарные навыки. Однако связанные с ними *простые вопросы позволяют точно зафиксировать факты обучения школьников работе с информацией*. Если учителя не дают школьникам подобных заданий, то естественно предположить, что они не дают и более сложных и трудоемких заданий, требующих выполнять обобщения или представлять информацию другим людям с учетом их особенностей.

Мы опираемся на вывод, сделанный по результатам масштабного международного исследования использования цифровых технологий в школе SITES 2006 [14]: *характеристики школы в целом в значительной степени определяют то, как учителя организуют учебную работу учащихся в цифровой среде и какие задания они им дают*.

Мы предполагаем, что заметную часть выборки могут составлять учащиеся, которые не получают никаких заданий по освоению работы с информацией, так как значительная часть учителей использует лишь репродуктивные формы учебной работы [7, 15].

Тем не менее мы ожидаем, что имеются школы, где существуют разные сценарии введения заданий

¹ Цифровое обновление образования — начавшийся полвека назад процесс нарастающих изменений в работе школы/системы образования (образовательная среда, учебный процесс, управление образовательной организацией и системой), идущий в развивающейся цифровой среде (подробнее см., например, [1]).

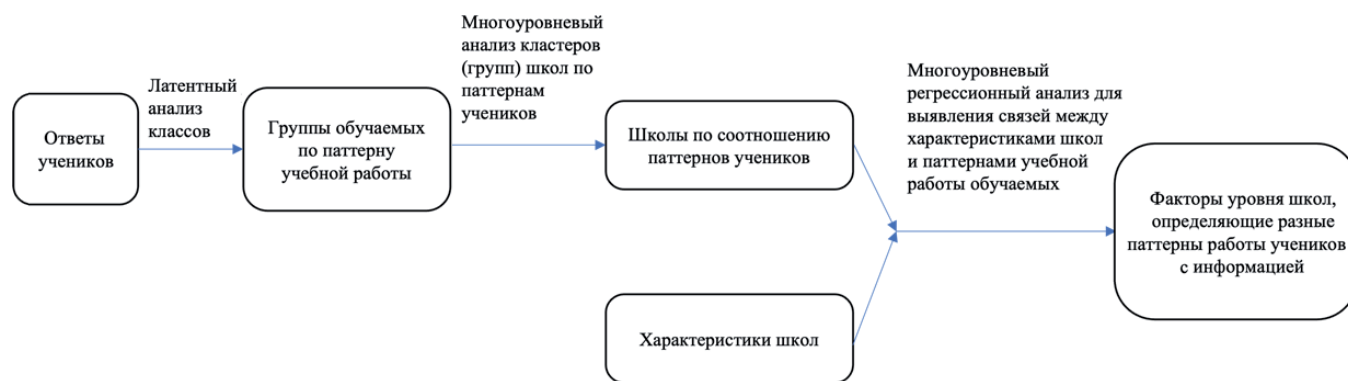


Рис. 1. Модель проведения исследования

Fig. 1. The research model

по освоению навыков работы с информацией в цифровой среде, как на уровне класса, так и на уровне школы. В значительной степени эти сценарии будут определяться традициями школы, ее технологической оснащенностью, качеством педагогического коллектива и готовностью учащихся решать соответствующие задачи в цифровой среде. **Мы считаем, что подход, ориентированный на индивида, позволит выявить такие малораспространенные паттерны учебной работы и найти для них значимые предикторы на уровне школы.**

3. Выборка и данные

Эмпирическую базу исследования составили результаты онлайн-опроса 19 490 учащихся IX—XI классов из 355 общеобразовательных организаций 85 субъектов Российской Федерации, собранные в ходе второй волны Мониторинга цифровой трансформации общеобразовательных организаций (МЦТОО) в 2021 году¹. К участию в мониторинге были приглашены школы, представляющие все субъекты РФ, с обязательным включением сельских и городских школ, а также школ разного размера. Конкретные школы выбирали региональные власти с использованием предложенных им критериев.

Опрос проводился онлайн по зонтичной схеме: координатор от оператора мониторинга — координатор от региона — координаторы от муниципалитетов — координаторы от школ — респонденты. В задачи координатора от региона входило отобрать школы согласно требованиям к выборке. Задачи координатора от школ включали в себя:

- отбор респондентов согласно требованиям к выборке;
- генерирование индивидуальных ссылок на сайте с инструментарием исследования;
- рассылку индивидуальных ссылок на электронные адреса участников.

Каждый участник мог пройти опрос только один раз. Согласно методологии мониторинга от каждой

школы в опросе приняло участие не менее 30 % учащихся старших классов на условиях анонимности и добровольности.

Анкета учащихся состояла из 36 вопросов, распределенных по четырем смысловым блокам:

- 1) общая информация об учащемся и его семье;
- 2) интернет, цифровые устройства и инфраструктура для учебной работы (личные и доступные в школе);
- 3) использование цифровых технологий на занятиях;
- 4) формирование цифровой компетентности учеников.

Для того чтобы найти паттерны учебной работы учащихся, связанной с формированием информационной грамотности, мы использовали метод латентного анализа классов (англ. Latent Class Analysis) [16]. В зависимости от паттерна ответов индивид относится к группе (классу), каждая из которых описывается набором условных вероятностей ответов. По сравнению с более традиционными методами классификации использование латентного анализа классов в нашем случае было связано с наличием категориальных зависимых переменных [17].

3.1. Зависимые переменные

Для анализа, в соответствии с моделью исследования, были отобраны 6 утверждений, касающиеся формирования информационной грамотности учащихся. Они приведены в Приложении 1 (таблица 2).

3.2. Ковариаты

В качестве ковариат на уровне школы использовались порядковые переменные, описывающие особенности протекания процессов цифрового обновления (уровни развития процесса освоения цифровых технологий) в школе [18]. К особенностям протекания процессов цифрового обновления относятся:

- 1) обновление цифровой образовательной среды;
- 2) обновление учебного процесса;
- 3) готовность школы к развитию².

¹ Общая характеристика выборки приведена в Приложении 1 (таблица 1).

² См. Приложение 2 (таблицы 1–3).

3.3. Статистический анализ

Статистический анализ выполнялся с использованием языка R и пакетов `poLCA` [19] и `glsc` [20]. В соответствии с моделью исследования на первом шаге проводился многомерный латентный анализ классов для выделения групп учащихся, которые получают от учителей схожие задания для формирования у них информационной грамотности (групповые паттерны). На втором шаге школы были разбиты на группы в зависимости от того, учащиеся с каким паттерном формирования информационной грамотности в них обучаются. На третьем шаге проводился многоуровневый регрессионный анализ для поиска связи между характеристиками школы (ковариата-

ми) и паттернами формирования информационной грамотности учащихся.

4. Результаты анализа

4.1. Четыре типа учащихся по характеру работы с информацией

Расчеты показали, что оптимальное разбиение выборки учащихся на группы дала модель с четырьмя классами, которые соответствуют четырем паттернам формирования информационной грамотности учащихся в зависимости от получаемых ими на уроках заданий по работе с информацией (рис. 2). Описание паттернов приведено в таблице 1.

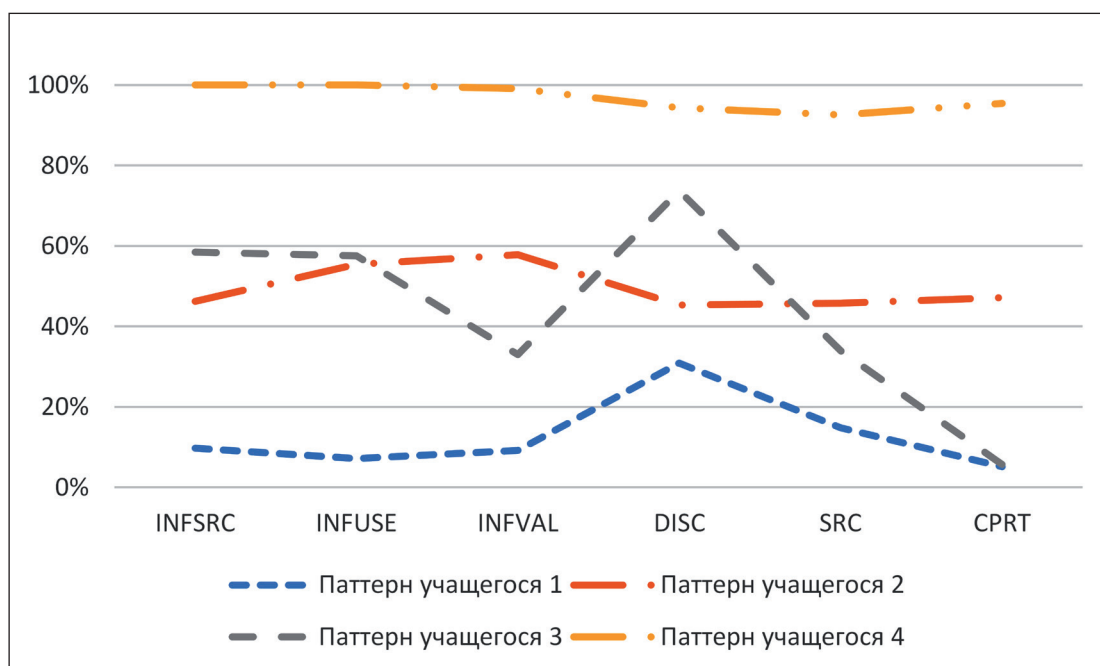


Рис. 2. Профили паттернов в зависимости от вероятности положительного ответа по утверждениям модели (переменные утверждений см. в Приложении 1 (таблица 2))

Fig. 2. The classes of students according to the probability of a positive response to the selected model statements (variables details are given in Appendix 1 (Table 2))

Таблица 1 / Table 1

Описание паттернов учебной работы школьников IX—XI классов

The description of students' learning work patterns in grades IX-XI

Номер паттерна	% от выборки	Описание паттерна формирования информационной грамотности
1	38,5	Учащиеся отвечают, что им не дают заданий для формирования информационной грамотности
2	19,8	Учащиеся отвечают, что их учат проверять и оценивать надежность источников, но не учат поиску информации и корректному использованию источников. Учителя не обсуждают найденную в интернете информацию в классе
3	29,3	Учащиеся отвечают, что им рассказывают, как найти нужную информацию в интернете, как ее корректно использовать. Учителя организуют обсуждения найденной в интернете информации
4	12,4	Учащиеся отвечают, что им дают разные задания по работе с информацией. Их учат находить информацию в разных источниках, проверять качество и надежность источников, соблюдать авторское право, обсуждать в классе источники, найденные в интернете

4.2. Три типа школ по характеру работы с информацией

В зависимости от того, сколько школьников выделенных четырех паттернов работы с информацией

учится в той или иной школе, все школы, участвовавшие в мониторинге, были распределены на три типа (рис. 3). Характеристика каждого типа приведена в таблице 2.

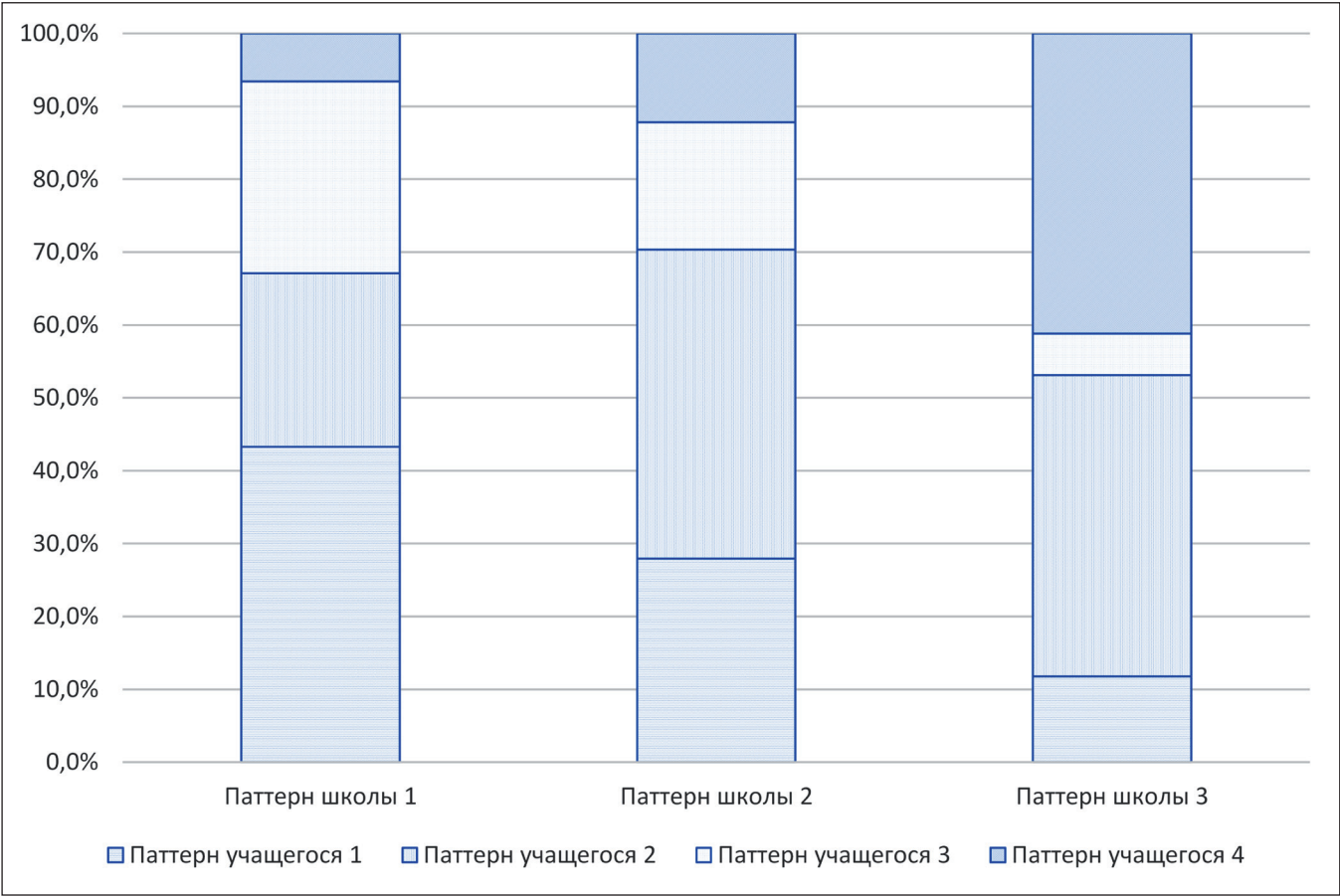


Рис. 3. Паттерны школ в зависимости от доли учащихся с разными паттернами формирования у них информационной грамотности

Fig. 3. The patterns (clusters) of schools according to the belonging of their students to different types of information literacy formation

Таблица 2 / Table 2

Описание паттернов школ

The description of the patterns (clusters) of schools

Номер паттерна	% от выборки	Описание паттерна, к которому принадлежит школа
1	59,6	Школы, в которых учащиеся, как правило, не получают заданий на развитие навыков работы с информацией. Только некоторые учащиеся этих школ ответили, что учителя дают им задания на поиск, оценку и проверку надежности источников информации, а также могут обсуждать найденное
2	36,8	Школы, в которых преобладают учащиеся, сообщившие, что их учат проверять и оценивать надежность источников, но при этом не учат поиску информации в разных источниках и соблюдению авторского права
3	3,6	Школы, в которых выделяются две большие группы учащихся: - школьники, ответившие, что их учат находить информацию в разных источниках, проверять качество и надежность источников, соблюдать авторское право, обсуждать в классе источники, найденные в интернете; - школьники, ответившие, что им дают задания на проверку и оценку надежности источников, не уделяя, однако, внимания другим аспектам работы с информацией. В этих школах работа по формированию информационной грамотности заметна, так как доля учащихся, ответивших, что им не дают заданий на работу с информацией, здесь минимальна

4.3. Связь между процессами цифрового обновления школы и паттернами обучения учащихся работе с информацией

Для уточнения связей между особенностями формирования информационной грамотности учащихся и особенностями школы использовался многоуровневый регрессионный анализ по двум видам ковариат на уровне школы:

- 1) расположение школы (городская или сельская), размер школы (численность обучающихся);
- 2) состояние трех базовых процессов цифрового обновления школы (развитие цифровой образовательной среды, обновление учебного процесса, обновление функционирования школы) [18].

Принадлежность к паттерну (уровень учащихся) рассматривалась как зависимая переменная. В качестве референса использовался паттерн 1 (учащиеся, которым не дают задания на формирование информационной грамотности). Для контроля использовались перечисленные ковариаты.

Результаты многоуровневого регрессионного анализа приведены в Приложении 3 (таблица 1). Они показывают, что шансы получать задания на развитие навыков работы с информацией выше у учащихся из крупных школ и/или в городских школах, поскольку в них учеников будут знакомить с разными способами работы с информацией (поиск, проверка и валидация, соблюдение авторского права, обсуждение найденного).

Интересно то, как отдельные характеристики процесса цифрового обновления влияют на формирование информационной грамотности учащихся. Развитие цифровой среды повышает шансы на то, что учащиеся получат задания на работу с информацией в цифровой среде (паттерны 2 и 3). Однако технологическая готовность школы работать по модели «один ученик — один компьютер» не имеет существенной связи с заданиями по формированию информационной грамотности. **Разнообразие заданий, связанных с работой с информацией (паттерн 4), скорее обусловлено наличием и качеством программы развития образовательной организации, совместной работой учителей над ней и обсуждением такого документа.**

Примечательно, что использование инновационных методов и форм учебной работы, поддержанной цифровыми технологиями (ЦТ-поддержанной), не связано с обучением школьников работе с информацией. Однако показатель использования инновационных методов и форм ЦТ-поддержанной учебной работы строился на ответах учителей и школьных руководителей [18]. Поэтому есть основания полагать, что они используют задания по формированию у учеников навыков работы с информацией, но не рассматривают это как инновацию.

5. Обсуждение результатов

Исследование показывает, что, несмотря на важность формирования информационной грамотности, более трети учащихся (38 %) не получают

в школе заданий на развитие навыков работы с информацией.

Полученное распределение паттернов формирования таких навыков у учащихся хорошо соотносится с результатами оценки информационно-коммуникационной компетентности (ИКК) школьников, зафиксированными в большом федеральном проекте [7] — мониторинговом исследовании ИКК учащихся IX классов, проведенном в 2020 году среди общеобразовательных школ, в которых на тот момент уже была введена целевая модель цифровой образовательной среды¹. Доля учащихся, которых не учат работать с информацией либо учат только поиску информации, сопоставима с долей учащихся, находящихся на уровнях ИКК «развивающийся» и «ниже базового».

Можно выделить три группы школ в зависимости от того, как учащиеся распределяются по группам с различными паттернами формирования навыков работы с информацией. Доля школ, где ученики получают разнообразные задания на развитие этих навыков, весьма мала (паттерн 3 — 3,6 %). Это хорошо согласуется с наблюдением, сделанным по результатам того же мониторингового исследования [7]: даже в верхнем дециле школ (а школы оценивались по присутствию в них учащихся с высоким уровнем ИКК) доля учащихся с высоким уровнем ИКК невелика. Таким образом, **школ, в которых усилия учителей по формированию у учащихся навыков работы с информацией заметны, объективно мало.** Учитывая, что используемая нами выборка охватывает большинство субъектов РФ, можно предположить, что выявленная ситуация типична для нашей страны.

Масштабное исследование 2020 года по оценке ИКК, которое использовало подход, ориентированный на переменные, выявило, что доступность цифровых технологий в школе слабо связана с уровнем ИКК девятиклассников. Наше исследование показывает, что насыщенность школьной среды компьютерной техникой (планшеты, компьютеры, ноутбуки) способствует тому, чтобы учащимся начали давать задания, связанные с работой с информацией. Однако развитие цифровой инфраструктуры несущественно для группы учащихся, которые наиболее активно работают с информацией. Учитывая, что сбор данных в нашем исследовании проводился до введения запрета на использование личных цифровых устройств в школе, можно предположить, что для активной работы с информацией учащиеся, скорее всего, использовали свои гаджеты и смартфоны.

Работа школьного коллектива над стратегией и планами внедрения цифровых технологий положительно связана с использованием педагогами заданий по формированию навыков работы с информацией. Можно предположить, что в таких школах учителя шире используют цифровые ресурсы, например:

¹ Описание выборки проводимого мониторинга. <https://ioe.hse.ru/mirror/pubs/share/554567203.pdf>

дают домашние задания, направленные на формирование информационной грамотности, организуют групповую работу, позволяющую использовать личные устройства учащихся. Проекты, организуемые на уровне школы, также могут служить инструментом формирования навыков работы с информацией, что подтверждается примерами библиотечных проектов [21].

5.1. Ограничения исследования

Данные, которые использованы в настоящем исследовании, включают в себя сведения о школах и ответы учащихся на вопросы о том, каким образом их учителя организуют работу с информацией. Мы не использовали данные об уровне информационной грамотности школьников, а также данные о том, как работа по формированию информационной грамотности выглядит с точки зрения учителей. Кроме этого, результаты опросов не позволяют судить ни о частоте использования разных видов работы с информацией в школе, ни о том, насколько систематично ведется такая работа.

Так как данные опроса представляют собой результат самооценки школьников, возможны смещения в оценках учащихся, связанные с социальной желательностью. Поэтому фактическая ситуация с учебной работой по формированию информационной грамотности школьников может оказаться менее активной.

В исследовании использованы данные опроса школьников IX—XI классов, поэтому распространять полученные результаты на младшие классы следует с оговорками. Требуется специальное исследование, чтобы выявить особенности и паттерны обучения школьников работе с информацией в младших классах.

5.2. Практические рекомендации

Результаты исследования позволяют сформулировать **несколько рекомендаций по совершенствованию работы по формированию информационной грамотности учащихся общеобразовательной школы.**

1. Традиционно считается, что задача развития у учащихся цифровых навыков должна решаться на уроках информатики. Как показали результаты опроса, **задания по работе с информацией в цифровой среде, которые способствуют формированию информационной грамотности, могут широко использоваться и на занятиях по другим предметам.** Особая роль здесь принадлежит предметам гуманитарного цикла, где с успехом используются задания по поиску и оценке различных источников информации. На занятиях естественно-научного цикла также требуется отрабатывать навыки систематизации информации, построение объяснительных схем с помощью цифровых редакторов.
2. Далеко не всегда учителя имеют возможность самостоятельно менять традиционную модель учебной работы. Такие изменения, как правило, связаны с обновлением учебной работы

школы в целом. Исследования показывают, что **коллективная разработка стратегий и планов цифрового обновления школы помогает внедрять в практику активные формы обучения** («перевернутый класс»¹, небольшие проектные работы и самостоятельные исследования школьников, проведение общешкольных мероприятий) [9, 14]. Это может стать и частью долгосрочной стратегии развития школы. Формирование информационной грамотности учащихся может являться одним из главных результатов подготовки и реализации таких планов.

3. Уровень технологической оснащенности школы имеет существенное значение для активизации обучения учащихся навыкам работы с информацией в цифровой среде. Вместе с тем даже в условиях ограниченного доступа к общешкольным цифровым устройствам **инновационным школам удается использовать личные цифровые устройства школьников, внедрять элементы смешанного обучения, чтобы обеспечить развитие информационно-коммуникационной компетентности и цифровых навыков учащихся.**

Список источников / References

1. Уваров А. Ю. Цифровое обновление образования: на пути к «идеальной школе». *Информатика и образование*. 2022;37(2):5–13. EDN: PWDQJB. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-5-13.
[Uvarov A. Yu. Schools' digital renewal: Steps to the "ideal school". *Informatics and Education*. 2022;37(2):5–13. (In Russian.) EDN: PWDQJB. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-5-1.]
2. Catts R., Lau J. Towards information literacy indicators. Paris, UNESCO; 2008. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000158723>
3. Fraillon J., Ainley J., Schulz W., Friedman T., Duckworth D. Preparing for life in a digital world: IEA international computer and information literacy study 2018 international report. Springer Cham; 2020. 297 p. DOI: 10.1007/978-3-030-38781-5.
4. Lau J., Elliott C. Guidelines on information literacy for lifelong learning. Hague, Netherlands, International Federation of Library Associations and Institutions (IFLA); 2006. 60 p.
5. Julien H., Barker S. How high-school students find and evaluate scientific information: A basis for information literacy skills development. *Library & Information Science Research*. 2009;31(1):12–17. DOI: 10.1016/j.lisr.2008.10.008.
6. Horvath A., Dalferth S., Ranguelov S., et al. Key data on learning and innovation through ICT at school in Europe. Brussels, Belgium, Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA P9 Eurydice); 2011. 120 p. DOI: 10.2797/61068.
7. Авдеева С. М., Уваров А. Ю., Тарасова К. В. Цифровая трансформация школ и информационно-коммуникационная компетентность учащихся. *Вопросы образования*. 2022;(1):218–243. EDN: XJMJAA. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-1-218-243.

¹ «Перевернутый класс» (англ. Flipped Classroom) — разновидность смешанного обучения, при которой школьники изучают теоретический материал дома, а затем в аудитории отрабатывают практические навыки, проводят лабораторные исследования, задают вопросы учителю.

[Avdeeva S. M., Uvarov A. Yu., Tarasova K. V. Digital technologies at school and information and communication competence of students. *Educational Studies*. 2022;(1):218–243. (In Russian.) EDN: XJMJAA. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-1-218-243.]

8. Ferrari A. DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe. Luxembourg, Publications Office of the European Union; 2013. DOI: 10.2788/52966.

9. Fraillon J., Ainley J., Schulz W., Friedman T., Gebhardt E. Preparing for life in a digital age: The IEA international computer and information literacy study international report. Springer Cham; 2014. 291 p. DOI: 10.1007/978-3-319-14222-7.

10. Gerick J. School level characteristics and students' CIL in Europe — A latent class analysis approach. *Computers & Education*. 2018;120:160–171. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.01.013.

11. Bundsgaard J., Gerick J. Patterns of students' computer use and relations to their computer and information literacy: Results of a latent class analysis and implications for teaching and learning. *Large-scale Assessments in Education*. 2017;(5):16. DOI: 10.1186/s40536-017-0052-8.

12. Huang L., Li S., Poitras E. G., Lajoie S. P. Latent profiles of selfregulated learning and their impacts on teachers' technology integration. *British Journal of Educational Technology*. 2021;52(2):695–713. DOI: 10.1111/bjet.13050.

13. Kastorff T., Sailer M., Stegmann K. A typology of adolescents' technology use before and during the COVID-19 pandemic: A latent profile analysis. *International Journal of Educational Research*. 2023;117:102–136. DOI: 10.1016/j.ijer.2023.102136.

14. Law N., Pelgrum W. J., Plomp T. Pedagogy and ICT use in schools around the world: Findings from the IEA SITES 2006 study. New York, Hong Kong, Springer; 2008. 296 p. DOI: 10.1007/978-1-4020-8928-2.

15. Горайнова А. Р., Дворецкая И. В., Кочак Э., Мерцалова Т. А., Савицкий К. Л. Цифровое обновление российской школы: информационный бюллетень. М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; 2022. 48 с. EDN: TJQFEN. DOI: 10.17323/978-5-7598-2692-7.

[Goryainova A. R., Dvoretzskaya I. V., Kochak E., Merzsalova T. A., Savitsky K. L. Digital renewal of the Russian school: Information Bulletin. Moscow, National Research University Higher School of Economics; 2022. 48 c. (In Russian.) EDN: TJQFEN. DOI: 10.17323/978-5-7598-2692-7.]

16. Vermunt J. K. Latent class modeling with covariates: Two improved three-step approaches. *Political Analysis*. 2010;18(4):450–469. DOI: 10.1093/pan/mpq025.

17. Agresti A. Categorical data analysis. New York, USA, Wiley-Interscience; 2002. 710 p.

18. Водопьян Г. М., Дворецкая И. В., Уваров А. Ю. К построению многоаспектной модели процесса цифрового обновления общеобразовательной школы. М.: Образование и Информатика; 2023. 136 с. Режим доступа: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/897090902.pdf>

[Vodopian G. M., Dvoretzskaya I. V., Uvarov A. Yu. Towards multidimensional digital renewal model for comprehensive schools. Moscow, Education and Informatics; 2023. 136 p. (In Russian.) Available at: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/897090902.pdf>]

19. Beaujean A. A. Latent variable modeling using R: A step-by-step guide. New York, USA, Routledge; 2014. 218 p. DOI: 10.4324/9781315869780.

20. Kim Y., Jeon S., Chang C., Chung H. glca: An R package for multiple-group latent class analysis. *Applied Psychological Measurement*. 2022;46(5):439–441. DOI: 10.1177/01466216221084197.

21. Качева Е. В. Формирование медиа и информационной грамотности школьников в рамках сетевого библи-

отечного проекта. *Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств*. 2017;(3):102–105. EDN: ZURMGJ.

[Kacheva E. V. Formation of media and information literacy of schoolchildren in the context of the network library project. *Vestnik Kazanskogo Gosudarstvennogo Universiteta Kul'tury i Iskusstv*. 2017;(3):102–105. (In Russian.) EDN: ZURMGJ.]

Информация об авторах

Дворецкая Ирина Владимировна, кандидат наук об образовании (PhD in Education), научный сотрудник Лаборатории цифровой трансформации образования, Институт образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2970-512X>; e-mail: dvoretzskaya@hse.ru

Уваров Александр Юрьевич, доктор пед. наук, профессор, профессор департамента образовательных программ, Институт образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; ведущий научный сотрудник, Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1999-1943>; e-mail: auvarov@mail.ru

Information about the authors

Irina V. Dvoretzskaya, PhD in Education, Research Fellow at the Laboratory for Digital Transformation of Education, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2970-512X>; e-mail: dvoretzskaya@hse.ru

Alexander Yu. Uvarov, Doctor of Sciences (Education), Professor, Professor at the Department of Educational Programs, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; Leading Researcher, Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing, The Federal Research Center “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1999-1943>; e-mail: auvarov@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 22.03.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 08.04.24.

Принята к печати / Accepted: 09.04.24.

Приложения

Приложение 1

Характеристики выборки и переменные модели

Таблица 1 / Table 1

Общая характеристика выборки учащихся General characteristics of the students' sample

Категория	Число респондентов	% выборки
Пол		
Мужской	9178	45,6
Женский	10 933	54,4
Классы обучения		
IX	6748	33,6
X	7691	38,2
XI	5672	28,2
Всего опрошено	20 111	100

Таблица 2 / Table 2

Вопросы из анкеты учащихся (переменные модели) о видах учебной работы, которые используют учителя для формирования информационной грамотности школьников

Questions from the students' questionnaire (model variables) about the types of learning activities that teachers use to form information literacy of students

Переменная	Описание	Значения
INFSRC	Учителя рассказывают, как найти в интернете нужную информацию	0 — учителя не используют этот вид учебной работы 1 — учителя используют этот вид учебной работы
INFUSE	Учителя рассказывают, как корректно использовать найденную в интернете информацию	
INFVAL	Учителя учат проверять надежность и достоверность информации, найденной в интернете	
DISC	Учителя обсуждают найденную в интернете информацию с учениками	
SRC	Учителя просят указать источник найденной информации (ссылка на сайт и др.) и учат, как это сделать правильно	
CPRT	Учителя рассказывают о соблюдении и защите авторского права и других прав на цифровые ресурсы	

Приложение 2

Уровни показателей развития процессов освоения цифровых технологий в школе

Таблица 1 / Table 1

Уровни развития цифровой среды школы (отношение количества подключенных к интернету ПК к количеству учащихся в школе)

The levels of development of the school's digital environment (ratio of the number of PCs connected to the Internet to the number of students in the school)

Уровень	Значение	Оснащенность цифровой среды школы
1	< 0,1	Уровень технологического оснащения, который сегодня достижим во многих системах школьного образования, в том числе в развитых странах [9]. На практике он позволяет внедрять отдельные цифровые инструменты для учебной работы, но использование цифровых технологий на уроке осуществляется преимущественно учителем
2	0,1–0,3	Уровень технологического оснащения, на который вышли многие школы в развитых странах [9]. В дополнение к традиционной организации учебной работы у учителей появляются возможности для организации учебной работы в малых группах [3]
3	0,3–0,8	Уровень технологического оснащения, достаточный для частичной организации индивидуальной учебной работы обучающихся в цифровой среде школы [3]. На практике у учителей появляется больше возможностей для организации учебной работы в малых группах с использованием цифровых технологий [14]
4	0,8–1,0	Уровень технологического оснащения, достаточный для работы почти всех обучающихся по персонализированной модели учебной работы [14]

Таблица 2 / Table 2

Уровни обновления учебного процесса в цифровой среде

The levels of updating the learning process in the digital environment

Уровень	Характеристика учебного процесса
1	Освоение ЦТ-поддержанных инновационных методов и организационных форм учебной работы в школе не обсуждается и не планируется
2	Школа планирует освоение ЦТ-поддержанных инновационных методов и организационных форм учебной работы. В школе имеются устойчивые образцы их использования. Есть педагоги-лидеры, которые начали осваивать и использовать такие методы, и их влияние растет

Окончание таблицы 2 /
End of the table 2

Уровень	Характеристика учебного процесса
3	Школьный коллектив целенаправленно работает над использованием ЦТ-поддержанных инновационных методов и организационных форм учебной работы. Их освоили и регулярно используют многие учителя
4	Освоение и использование ЦТ-поддержанных инновационных методов и организационных форм учебной работы стало составной частью повседневной работы школьного коллектива. Имеются документированные подтверждения успешности ведущейся инновационной работы и использования новых педагогических практик в течение учебного года на протяжении двух-трех лет

Таблица 3 / Table 3

Уровни обновления функционирования школы
The levels of updating the functioning of the school

Уровень	Описание работ по цифровому обновлению школы
1	Освоение цифровых технологий не входит в число приоритетов педагогов школы. Такая работа не предусмотрена в планах развития школы
2	Работы по цифровому обновлению не включены в планы развития школы или включены туда формально. Однако отдельные педагоги начинают участвовать в обсуждении или подготовке такого плана
3	Работы по цифровому обновлению включены в планы развития школы. Некоторые учителя принимали участие в обсуждении документа, описывающего цифровое развитие школы
4	Работы по цифровому обновлению включены в планы развития школы. О них осведомлены все учителя, и многие принимают участие в их осуществлении

Приложение 3

Результаты регрессионного анализа

Таблица / Table

Результаты многоуровневого регрессионного анализа по группам учащихся с разными паттернами в зависимости от характеристик школы¹
The results of multilevel regression analysis on groups of students with different patterns according to school characteristics

Ковариаты уровня школы	Отношение шансов (OR)		
	Паттерн 2 (19,8 % от выборки)	Паттерн 3 (29,3 % от выборки)	Паттерн 4 (12,4 % от выборки)
Технологическая оснащенность	1,28*** (0,03)	1,12*** (0,05)	1,02 (0,05)
Использование ЦТ-поддержанных инновационных методов и организационных форм учебной работы	1,16 (0,04)	1,14 (0,05)	1,18 (0,03)
Управление цифровой трансформацией	1,24*** (0,06)	0,83*** (0,05)	1,26*** (0,08)
Размер школы	0,68*** (0,15)	0,76* (0,10)	1,60*** (0,12)
Местоположение	1,79*** (0,13)	1,31** (0,12)	0,82 (0,14)

¹ Оценка проводится относительно группы учащихся «паттерн 1» (38,5 % от выборки).
Уровень значимости: *** — $p < 0,01$; ** — $p < 0,05$; * — $p < 0,1$.
Стандартная ошибка (англ. Standard Error, SE) дана в скобках.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-69-77

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ В ДИДАКТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ, СТИМУЛИРУЮЩЕЙ НАВЫКИ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ

Н. Н. Панжиева¹ ✉¹ Термезский государственный университет, г. Термез, Сурхандарьинская область, Узбекистан

✉ n184@mail.ru

Аннотация

Критическое мышление — ключевая компетенция будущих учителей информатики, которые должны быть подготовлены не только к быстрому технологическому и информационному развитию экономики и общества, но и к активно развивающемуся процессу цифровизации образования. Целью исследования, которое представлено в статье, является разработка методов и инструментов развития навыков критического мышления у будущих учителей информатики. Для этого автор создает онлайн-платформу, обеспечивающую студентам доступ к разнообразным образовательным ресурсам, включая лекции, лабораторные работы и интерактивные задания. Интегрируя конструктивистский, когнитивный и социокультурный подходы к обучению, эта модель способствует глубокому осмыслению и анализу информации студентами. Платформа физически размещена на сервере Термезского государственного университета, создана на языке программирования Python с использованием фреймворка Django и уже используется студентами 2-го курса направления подготовки «Математика и информатика» в рамках дисциплины «Информатика и цифровые технологии».

Онлайн-платформа предоставляет необходимый функционал для самостоятельной организации учебных занятий и самоконтроля, позволяя студентам отслеживать свой прогресс и развивать способность критически оценивать информацию. Образовательная платформа является ключевой составляющей дидактической модели развития навыков критического мышления будущих учителей информатики, архитектура которой подробно описана в статье.

Результаты исследования, представленного в статье, могут быть использованы в образовательной практике высших учебных заведений (и даже школ), стремящихся обновить и оптимизировать процессы подготовки кадров в условиях цифровизации.

Ключевые слова: критическое мышление, цифровизация образования, обучение учителей информатики, онлайн-платформа, педагогические подходы, анализ информации, синтез информации.

Для цитирования:

Панжиева Н. Н. Использование онлайн-платформы в дидактической модели обучения, стимулирующей навыки критического мышления будущих учителей информатики. *Информатика и образование*. 2024;39(2):69–77. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-69-77.

USING AN ONLINE PLATFORM IN A DIDACTIC LEARNING MODEL THAT STIMULATES CRITICAL THINKING SKILLS OF FUTURE INFORMATICS TEACHERS

N. N. Panjjeva¹ ✉¹ Termez State University, Termez, Surkhandarya Region, Uzbekistan

✉ n184@mail.ru

Abstract

Critical thinking is a key competency for future computer science teachers, who must be prepared not only for the rapid technological and informational development of the economy and society but also for the actively evolving process of digitalization in education. The aim of the research presented in the article is to develop methods and tools for enhancing critical thinking skills among future informatics teachers. To this end, the author has created an online platform that provides students with access to a variety of educational resources, including lectures, laboratory work, and interactive tasks. By integrating constructivist, cognitive, and sociocultural approaches to learning, this model promotes deep understanding and analysis of information by students. The platform is physically hosted on the server of Termez State University, built using the Python programming language with the Django framework, and is

already being used by second-year students majoring in “Mathematics and Informatics”, studying under the discipline “Informatics and Digital Technologies”.

The online platform offers the necessary functionality for organizing independent study sessions and self-monitoring, allowing students to track their progress and develop the ability to critically evaluate information. The educational platform is a key component of the didactic model for developing critical thinking skills in future informatics teachers, the architecture of which is detailed in the article.

The results of the study presented in the article can be utilized in the educational practices of higher educational institutions (and even schools) seeking to update and optimize their training processes in the context of digitalization.

Keywords: critical thinking, digitalization of education, training of informatics teachers, online platform, pedagogical approaches, analysis of information, synthesis of information.

For citation:

Panjieva N. N. Using an online platform in a didactic learning model that stimulates critical thinking skills of future informatics teachers. *Informatics and Education*. 2024;39(2):69–77. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-69-77.

1. Введение

В современном образовательном контексте с быстрыми темпами цифровизации задача формирования высококвалифицированных педагогов становится особенно актуальной. Цифровизация образования предоставляет уникальные возможности для совершенствования методов преподавания и обучения. Однако параллельно с этим возникает необходимость в формировании у будущих педагогов (в том числе и преподавателей информатики) специфических компетенций, направленных на критическое восприятие и использование цифровой информации. Критическое мышление помогает осмысливать информацию, анализировать ее и принимать обоснованные решения в условиях быстрого технологического прогресса [1]. Постоянно нарастающий поток данных делает развитие критического мышления не просто очередным soft skill, а ключевой компетенцией, а также обязательным условием образовательного процесса будущих учителей информатики.

Отметим, что на современном этапе разработано мало методических систем, которые в качестве цели или одной из задач предусматривают развитие у будущих педагогов навыков критического мышления [2], и еще меньше таких методических систем, целевая группа которых — будущие учителя информатики.

Цель статьи — разработать систему методов и инструментов развития навыков критического мышления у будущих учителей информатики (студентов 2-го курса направления подготовки «Математика и информатика») в процессе обучения дисциплине «Информатика и цифровые технологии».

2. Онлайн-платформа: концептуальные основы, методические подходы и инструменты

Для развития критического мышления у будущих учителей информатики в условиях цифровизации необходима комплексная система методов и инструментов, учитывающих особенности учебного предмета и требования современного образовательного процесса [3]. **Сформулируем ее концептуальные основы:**

1. **Конструктивистский подход** в обучении, в рамках которого студент является не пас-

сивным реципиентом знаний, но активным исследователем, в то время как преподаватель превращается в содействующего наставника, помощника и собеседника.

2. **Когнитивный подход** в обучении, который направлен на поиск механизмов и инструментов, помогающих сделать новые знания значимыми для обучающегося (механизмы осмысления, ассимиляции и обработки информационного потока), и поощряет аналитическую проницательность.

3. **Социокультурный подход** в обучении, который благодаря коммуникативным практикам фокусируется на интеграции индивида в социальные и культурные контексты.

Эта многоаспектная методологическая конструкция обеспечивает инструментарий для участия студентов в динамике современной образовательной экосистемы и содействует культивированию у них критического мышления в условиях нарастающей информационной насыщенности [4].

На основе описанных концептуальных подходов была **создана онлайн-платформа¹, помогающая развитию критического мышления будущих учителей информатики**. Платформа физически размещена на специальном сервере Термезского государственного университета (на его субдомене), обладает объемом 5 Гб (по мере увеличения объема данных размер хостинга также будет увеличиваться). Ее безопасность обеспечивается программным межсетевым экраном Kerio Control (используется по лицензии). Интерфейсная и серверная части (фронтенд и бэкенд) платформы созданы на языке программирования Python с применением фреймворка Django. **Платформа используется студентами 2-го курса направления подготовки «Математика и информатика» на занятиях по дисциплине «Информатика и цифровые технологии».**

Онлайн-платформа представляет собой интегрированную образовательную среду, в которой ключевую роль играют методические инструменты, в том числе для оценки полученной информации. Овладение этими инструментами становится ключевым

¹ Онлайн-платформа на занятиях по дисциплине «Информатика и цифровые технологии». <https://tf.tersu.uz/>

Таблица 1 / Table 1

Методический инструментарий онлайн-платформы**The methodological tools of the online platform**

№ п/п	Инструмент	Описание
1	Лекции	Краткая, но при этом хорошо структурированная информация по определенной теме с выделенными графически основными терминами и определениями
2	Практические работы	Подробные разборы решений задач по определенным темам (с примерами, рисунками и скриншотами в зависимости от темы). В конце каждой практической работы имеются вопросы и задания для самоконтроля
3	Лабораторные работы	Подробные пошаговые инструкции по работе с той или иной программой (например, Logisim) или с тем или иным сервисом (например, Google Docs), сопровождающиеся скриншотами, примерами и рисунками в зависимости от темы. В конце каждой лабораторной работы имеются вопросы и задания для самоконтроля
4	Тесты	По каждой теме лекционного занятия имеются тесты, содержащие задания разных видов: • с выбором правильного ответа; • множественного выбора; • на восстановление соответствия; • на восстановление последовательности; • свободного конструирования; • задания-дополнения
5	Вопросы и задания	Отдельно вынесенный блок с вопросами и заданиями по каждой теме необходим для проведения дискуссий во время учебных занятий по пройденным темам, а также для проверки знаний. Может использоваться в комплексе с тестовыми заданиями. Кроме обычных вопросов и заданий, в данном разделе содержатся ситуационные задачи (кейсы)

навыком в подготовке преподавателей, обладающих способностью к критической оценке [5].

Краткий обзор методических инструментов, представленных на платформе, содержится в таблице 1.

Все эти элементы вместе благодаря синергическому действию создают эффективное и инновационное образовательное пространство, в котором сочетаются глубокий аналитический и прикладной подходы к преподаванию, отвечающие на разнородные потребности обучающихся разных когнитивных стилей [6].

Работа на данной платформе формирует у будущих учителей информатики навыки критического мышления, позволяющие адаптироваться к изменениям и быть чуткими к инновациям в динамично меняющемся мире современных технологий.

Эффективность работы на онлайн-платформе повышается благодаря использованию следующих методов.

Применение метода проектов в учебной практике дает возможность студентам не только разрабатывать, но и реализовывать собственные проекты, напрямую связанные с практической стороной ИТ [7]. Это требует от них критического осмысления исходных данных, выбора эффективных стратегий и оценки конечных результатов. Примером использования данного метода является создание студентами проектов учебных занятий по материалам, расположенным на онлайн-платформе. Это могут быть занятия, нацеленные не только на получение новых знаний, но и на повторение, обобщение, контроль знаний и т. д.

Использование кейс-метода¹ стимулирует критическое мышление, поскольку анализ конкретных сценариев из профессионального опыта преподавания информатики обогащает студентов навыками адекватного реагирования в аномальных обстоятельствах [8]. Раздел «Вопросы и задания» онлайн-платформы содержит кейсы для работы студентов.

Использование метода эвристического обучения предусматривает исследование студентами определенного материала (информации), на основе аналитической работы с которым обучающиеся делают лично значимые выводы. Данный метод обучения предполагает, что студенты не получают информацию в готовом виде, а добывают ее сами, на основе уже имеющихся знаний, навыков и умений работы с ними [9]. Например, обучающиеся могут углубить знания по темам лекций с помощью различных информационных источников, которые представлены на онлайн-платформе как непосредственно, так и в виде ссылки на сторонние сервисы.

Акцент на работе с цифровыми ресурсами позволяет будущим специалистам развить умение критически оценивать информацию и производить верификацию источников. Этот элемент образовательного процесса является неотъемлемым в усло-

¹ Кейс-метод (англ. Case Method, также «метод решения ситуационных задач») — метод решения проблемных задач, которые представляют реальные ситуации, возникающие в данной профессиональной сфере, и требуют быстрой реакции в условиях ограниченного времени и постоянно меняющейся информации.

виях всеобщей цифровизации и информационного изобилия [10].

Лабораторные и практические занятия как интегральная часть учебного процесса предоставляют студентам возможность применять теоретические концепции в эмпирическом поле. Благодаря лабораторным и практическим модулям образовательная платформа обеспечивает активное взаимодействие обучающихся с различными программами (например, с программой для работы с электронными таблицами Microsoft Excel), платформами (например, файловым хостингом Dropbox), сервисами (например, бесплатным видеоредактором VEED) [11]. Такой подход способствует сопряжению теоретических построений и прикладных компетенций, акцентируя внимание на развитии практических навыков и глубине отработки критического мышления [12].

Рассмотрим значимые **преимущества интеграции лабораторных и практических заданий в материалы онлайн-платформы**:

- 1) педагогический процесс становится адаптивным и универсальным [1], обеспечивая студентам самостоятельность в выборе учебного темпа и ритма;
- 2) динамичность учебного процесса [13] повышается за счет сочетания различных видов учебных материалов;
- 3) вариативность взаимодействия студентов с учебными заданиями и материалами расширяется:
 - задания можно выполнять как одновременно с другими студентами, так и в индивидуальном порядке (например, если студент отсутствует на занятии в день проведения лабораторной работы);
 - задания можно выполнять неограниченное количество раз;
 - задания можно выполнять в команде, так как вся работа реализована поэтапно, а в некоторых заданиях имеется несколько способов реализации одного и того же промежуточного результата;
 - в ходе выполнения задания можно обмениваться знаниями по способам реализации того или иного действия.

3. Описание онлайн-платформы

3.1. Функции онлайн-платформы

Онлайн-платформа выступает как инновационный инструмент, отвечающий одновременно и актуальным академическим требованиям, и образовательным потребностям студентов.

Функционал онлайн-платформы предоставляет преподавателям, ведущим занятия у будущих учителей информатики, **возможности упрощенной выдачи учебного материала** (например, вместо традиционной лекции студенты могут изучить лекционный материал, представленный на онлайн-плат-

форме, и составить конспект), а также **оперативной проверки знаний** (например, после изучения темы и выполнения практической и/или лабораторной работы студенты проходят тестирование по данной теме).

При подготовке занятий по информатике педагоги могут учитывать общий уровень подготовки студентов, а также предлагать им деятельность, которая позволяет формировать конечный продукт (конспект урока, презентация, раздаточные материалы, материалы для реализации проектной деятельности обучающихся и т. п.), личностно и ценностно значимый для обучающихся [14].

Платформа предоставляет студентам множество способов динамичного и эффективного изучения информатики с использованием передовых методов и технологий [15]. На стадии изучения темы обучающиеся могут обратиться к библиотеке платформы, которая содержит материалы для лекций, практических и лабораторных занятий с вопросами и заданиями для самоконтроля, тестовые задания для проверки знаний по изучаемым темам, а также вопросы и задания, требующие решения проблемных ситуаций. Весь имеющийся контент и инструментальный способствуют углубленному изучению предмета.

Студенты могут самостоятельно выполнять практическую и/или лабораторную работу в удобном им темпе, а затем отвечать на вопросы, готовиться к защите проектов и выполнять задания для самопроверки.

В рамках цифровой образовательной платформы представлены задания, позволяющие оценивать умения и навыки в области работы с информацией, т. е. также имеющие практическую направленность [16]. Студенты, будущие педагоги информатики, с помощью этих инструментов овладевают практическими методами и приемами работы с информацией, например, такими:

- перевод информации из одной системы счисления в другую;
- перевод из одной формы представления в другую;
- способы работы в различных программах, на различных платформах и сервисах.

Для усиления критического мышления будущих преподавателей информатики планирование их собственных уроков можно обогатить компонентами платформы. Например, будущие учителя информатики в ходе подготовки к уроку информатики по теме «Информация, ее виды, свойства и единицы измерения» могут воспользоваться тестом по данной теме, находящимся на онлайн-платформе, чтобы проверить знания школьников.

3.2. Пример использования онлайн-платформы на занятии по информатике

Рассмотрим пример использования онлайн-платформы на занятии по информатике по теме «Определение объема текстовой, графической, аудио- и видеoinформации».

Примерный план занятия выглядит следующим образом.

1. Организационная часть (2 мин).

Приветствие, проверка посещаемости и готовности студентов к занятию.

2. Проверка домашнего задания (8 мин).

Взаимопроверка выполненного домашнего задания: студенты обмениваются работами (в паре, кто с кем сидит). Затем преподаватель просит нескольких обучающихся прокомментировать работу соседа по парте, а после этого берет на проверку несколько работ студентов.

3. Подготовка к изучению новой темы (10 мин).

Преподаватель задает студентам вопросы, чтобы оценить имеющиеся у них теоретические знания:

- 1) Какую информацию называют текстовой информацией?
- 2) Приведите примеры форматов хранения текстовой информации в компьютере.
- 3) Какую информацию называют аудиоинформацией? Приведите примеры форматов хранения аудиоинформации в компьютере.
- 4) Какую информацию называют видеоинформацией? Приведите примеры форматов хранения видеоинформации в компьютере.
- 5) Какую информацию называют графической информацией? Приведите примеры форматов хранения графической информации в компьютере.

4. Изучение новой темы (10 мин).

Для получения основной информации по теме студенты обращаются к лекции на цифровой образовательной платформе.

5. Закрепление новой темы (15 мин).

Студенты работают в четырех группах. Первая группа анализирует формулу нахождения объема текстовой информации, разбирает готовую задачу. Вторая группа работает с формулой нахождения объема аудиоинформации, разбирает готовую задачу. Третья группа анализирует формулу нахождения объема видеоинформации, разбирает готовую задачу. Четвертая группа работает с формулой нахождения объема графической информации, разбирает готовую задачу.

6. Проведение лабораторной работы (20 мин).

Студенты выполняют задачи лабораторной работы, представленной на цифровой платформе.

Задача 1. Некоторое сообщение состоит из 51 символа, включая пробелы и знаки препинания. Какой объем информации в байтах занимает данное сообщение, если вес одного символа составляет 8 бит?

Задача 2. Дана разрешающая способность экрана: 1024 на 768 пикселей. Глубина цвета равна 8 битам. Найдите необходимый объем видеопамати (в килобайтах).

Задача 3. Частота дискретизации некоторого моноаудиофайла составляет 44 100 Гц, а глубина кодирования — 8 бит. Вычислите объем аудиофайла (в битах), если время его звучания составляет 10 с.

Задача 4. Определите общий объем видеосообщения (в мегабайтах с округлением до тысячных), если известны разрешение кадра (320 на 576 пикселей), глубина цвета (24 бита) и длительность (3 минуты), а для воспроизведения звука в видео используется стереосистема с частотой дискретизации равной 11 250 Гц и количеством уровней громкости 256 Гц.

Обучающиеся демонстрируют выполнение задач.

7. Оценка работы студентов (5 мин).

Студенты выступают, объясняя элементы, входящие в формулы, и демонстрируя правила перевода единиц измерения. Преподаватель оценивает групповую работу (закрепление темы) и индивидуальную работу (выполнение задач), учитывая также общую активность студентов на занятии.

8. Домашнее задание (5 мин).

В качестве домашнего задания студенты должны ответить на вопросы и задания для самоконтроля, представленные на онлайн-платформе к соответствующей теме:

- 1) С помощью какой формулы можно вычислить объем текстовой информации?
- 2) С помощью какой формулы можно вычислить объем графической информации?
- 3) С помощью какой формулы можно вычислить объем аудиоинформации?
- 4) С помощью какой формулы можно вычислить объем видеоинформации?

9. Рефлексия (5 мин).

Обучающиеся высказывают свое мнение по поводу занятия и оценивают свою деятельность.

4. Проект дидактической модели, развивающей навыки критического мышления

Спроектируем дидактическую модель по курсу «Информатика и цифровые технологии», в которой в качестве основного средства предстанет разработанная цифровая образовательная платформа.

Дидактическая модель (см. рис.) уделяет основное внимание гармоничному внедрению цифровых технологий в академическую среду с целью повышения эффективности методов формирования критического мышления у будущих учителей информатики.

На верхнем уровне модели выделена цель, обусловленная социальным заказом: адаптация будущих учителей информатики к цифровому веку и оптимизация текущих методик обучения. Это свидетельствует не только об актуальности, но и о культурной релевантности нашего подхода.

Следующий уровень фокусируется на оперативных мероприятиях:

- выявление критических компонентов новаторского образовательного процесса;
- формирование концептуальных рамок учебного курса;
- курирование и систематизация учебных материалов [17] для их дальнейшего размещения на онлайн-платформе.

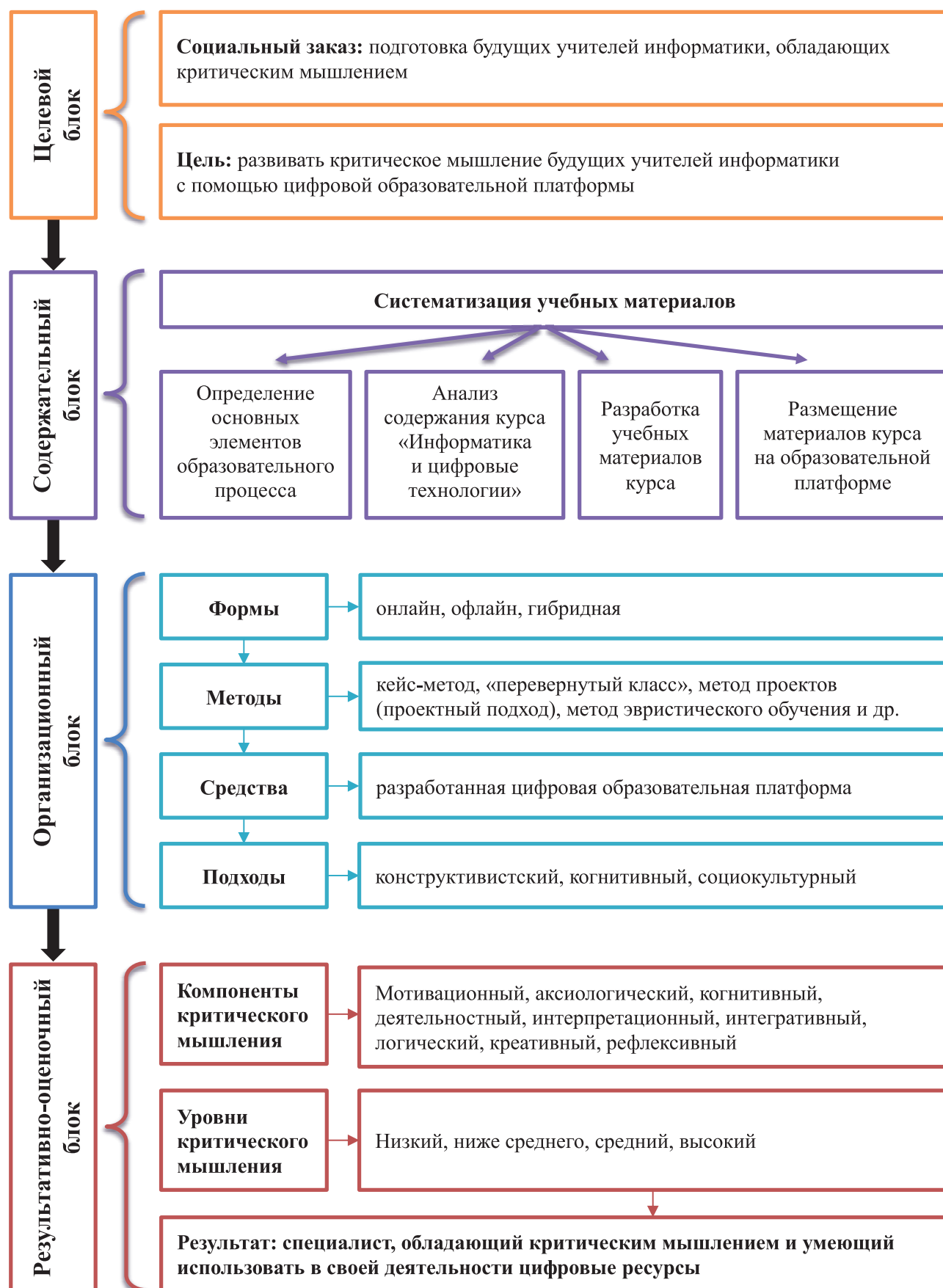


Рис. Дидактическая модель развития навыков критического мышления будущих учителей информатики

Fig. The didactic model for developing critical thinking skills of future informatics teachers

Таблица 2 / Table 2

Формирование навыков критического мышления на основе дидактической модели с помощью онлайн-платформы

The formation of critical thinking skills based on the didactic model through the online platform

Блок дидактической модели	Инструмент онлайн-платформы	Компонент критического мышления	Навык критического мышления
Целевой	Ситуационные задачи (раздел «Вопросы и задания»)	Мотивационный	Анализ, умозаключение, оценка
		Аксиологический	Умозаключение, обобщение, оценка
		Когнитивный	Интерпретация, анализ, сравнение, умозаключение, оценка
Содержательный	Материалы лекций, практических и лабораторных работ	Деятельностный	Сравнение, умозаключение
		Интерпретационный	Оценивание, анализ, обобщение, интерпретация, умозаключение
		Интегративный	Анализ, систематизация, интерпретация
Организационный	Материалы лекций, практических работ, лабораторных работ. Вопросы и задания для самоконтроля	Деятельностный	Сравнение, умозаключение
		Логический	Установление причинно-следственных связей
		Креативный	Интерпретация, обобщение, умозаключение
		Интегративный	Анализ, систематизация, интерпретация
Результативно-оценочный	Тесты по каждой изученной теме (раздел «Тесты»)	Рефлексивный	Оценивание, анализ, умозаключение

Ключевыми компонентами архитектуры дидактической модели являются не только традиционные формы учебной деятельности, такие как лекции и лабораторные работы, но и передовые педагогические методы [18]. К ним относятся «перевернутый класс»¹, кейс-метод, проектный подход и другие, направленные на активную работу студентов, их самостоятельную интеллектуальную деятельность и реализацию практических инициатив. Следует подчеркнуть значимость разработанной онлайн-платформы как инструмента для самостоятельного обучения будущих учителей информатики.

На практическом уровне организации образовательного процесса студентам предлагаются разнообразные типы заданий: от учебных до исследовательских и творческих. Тем самым подтверждается комплексный и интегрированный характер предложенного методологического подхода: каждый учащийся получает возможность наилучшим образом реализовать свой потенциал в соответствии с индивидуальными интересами и потребностями [19].

Рассмотрим, как с помощью инструментов онлайн-платформы у будущих учителей информатики

формируются, отрабатываются и развиваются навыки критического мышления (табл. 2).

5. Выводы

Предложенная дидактическая модель представляет собой комплексный инструментальный для организации современного образовательного пространства, где акцентируется внимание на активной позиции обучающегося, эффективной интеграции цифровых технологий в процесс обучения и развитии критического мышления.

В эпоху цифровизации образовательного процесса актуальность развития критического мышления обучающихся в сфере ИТ обретает новые контуры. Стремительная цифровизация и все возрастающие объемы данных повышают необходимость в навыках анализа и верификации данных, использовании современных образовательных инструментов [20]. Наше исследование показывает, что внедрение цифровых инструментов, в том числе современных учебных онлайн-платформ, способствует, среди прочего, формированию навыков критического мышления у будущих преподавателей информатики. Следовательно, цифровизация образовательной сферы открывает пространство для развития критического мышления, повышая гибкость, адаптивность и результативность образовательного процесса.

¹ «Перевернутый класс» (англ. Flipped Classroom) — метод обучения, в рамках которого освоение обучающимися теоретического материала происходит дома, а время в аудитории посвящено выполнению упражнений, лабораторных и практических исследований, интерактивным видам работы с другими обучающимися и педагогом, решению проблемных задач и т. п.

Список источников / References

1. Milto L., Sultanova L., Dubrovina I. Fostering critical thinking skills among future teachers. *E-mentor*. 2020;(4(86)):13–21. DOI: 10.15219/em86.1478.
2. Glaser E. M. An experiment in the development of critical thinking. New York, USA, Teachers College, Columbia University; 1941. 212 p.
3. Кузьмина А. А. Психолого-педагогические аспекты развития критического мышления студентов. *Молодой ученый*. 2017;(15(149)):591–593. EDN: YLNUAB. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/149/42082/>
4. [Kuzmina A. A. Psychological and pedagogical aspects of the development of critical thinking of students. *Molodoy Uchenyy*. 2017;(15(149)):591–593. (In Russian.) EDN: YLNUAB. Available at: <https://moluch.ru/archive/149/42082/>]
4. Walsh C. M., Seldomridge L. A., Badros K. K. California critical thinking disposition inventory: Further factor analytic examination. *Perceptual and Motor Skills*. 2007;104(1):141–151. DOI: 10.2466/pms.104.1.141-151.
5. Paul R. Critical thinking: How to prepare students for a rapidly changing world. 4th ed. Santa Barbara, CA, USA, Foundation for Critical Thinking; 1995. 572 p.
6. Кривых С. В. Пространственно-средовые возможности в организации образования. *Академия профессионального образования*. 2018;(9):3–14. EDN: XRNUXB.
7. [Krivyykh S. V. Spatial-medium opportunities in the organization of development. *Akademiya Professional'nogo Obrazovaniya*. 2018;(9):3–14. (In Russian.) EDN: XRNUXB.]
7. Serin O. The critical thinking skills of teacher candidates: Turkish Republic of Northern Cyprus sampling. *Egitim Arastirmalari — Eurasian Journal of Educational Research*. 2003;(53):231–248. DOI: 10.14689/ejer.2013.53.13.
8. Стрекалова Н. Д., Беляков В. Г. Разработка и применение учебных кейсов: практическое руководство. Санкт-Петербург: Отдел оперативной полиграфии НИУ ВШЭ — Санкт-Петербург; 2013. 80 с. Режим доступа: <https://www.hse.ru/data/2014/03/04/1333184440/strekalova-belyakov.pdf>
9. [Strekalova N. D. Development and application of educational cases: A practical guide. Saint Petersburg, Department of operative printing of the HSE University — Saint Petersburg; 2013. 80 p. (In Russian.) Available at: <https://www.hse.ru/data/2014/03/04/1333184440/strekalova-belyakov.pdf>]
9. Мишина Ю. А., Верига А. В. Ноосферный вектор управления системой высшего профессионального образования. *Открытое образование*. 2017;21(5):72–81. EDN: ZSHIJR. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-5-72-81.
10. [Mishina Yu. A., Veriga A. V. Noospheric vector of management applied to the system of higher professional education. *Open Education*. 2017;21(5):72–81. (In Russian.) EDN: ZSHIJR. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-5-72-81.]
10. Ennis R. H. Critical thinking assessment. *Critical Thinking and Reasoning: Current Research, Theory, and Practice*. Cresskill, N.J., USA, Hampton Press; 2003:203–313.
11. Visser J., Visser M. Seeking understanding: The lifelong pursuit to build the scientific mind. Leiden, Netherlands, Brill; 2019. 410 p.
12. Собиоров А. А. Технология развития критического мышления как средство повышения качества образования. *Science and Education*. 2022;3(4):1629–1636. Режим доступа: https://journal.buxdu.uz/index.php/journals_buxdu/article/view/7013/4440
13. [Sobirov A. A. Critical thinking development technology as a means of improving the quality of education. *Science and Education*. 2022;3(4):1629–1636. (In Russian.) Available at: https://journal.buxdu.uz/index.php/journals_buxdu/article/view/7013/4440]
13. Суртаева Н. Н. Педагогические технологии: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. М.: Издательство Юрайт; 2019. 250 с. EDN: WECNLF.
14. [Surtayeva N. N. Pedagogical technologies: A textbook for bachelor's and master's degree programs. Moscow, Publishing Yurajt; 2019. 250 p. (In Russian.) EDN: WECNLF.]
14. Черкасова И. В. Особенности электронного учебного-методического комплекса дисциплины при дистанционной форме обучения. *Теория и практика образования в современном мире. Материалы V Международной научной конференции*. Санкт-Петербург: СатисЪ; 2014:231–233. EDN: SXBNDB.
15. [Cherkasova I. V. Features of the electronic educational and methodological complex of the discipline in the form of distance learning. *Theory and Practice of Education in the Modern World. Proc. 5th Int. Sci. Conf.* Saint Petersburg, Satis; 2014:231–233. (In Russian.) EDN: SXBNDB.]
15. Резак Е. В. Сравнительный анализ цифровых онлайн-платформ, предназначенных для реализации электронного и дистанционного обучения в образовательной деятельности. *ТОГУ-СТАРТ: фундаментальные и прикладные исследования молодых. Материалы региональной научно-практической конференции*. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет; 2021:435–439. EDN: IPRBAU.
16. [Rezak E. V. Comparative analysis of digital online platforms intended for the implementation of electronic and distance learning in educational activities. *TOGU-START: Fundamental and Applied Research of the Young People. Proc. Regional Scientific and Practical Conf.* Khabarovsk, Pacific National University, 2021:435–439. (In Russian.) EDN: IPRBAU.]
16. Омарова С. К. Современные тенденции образования в эпоху цифровизации. *Педагогика. Вопросы теории и практики*. 2018;(1(9)):23–27. EDN: YXOPVL. DOI: 10.30853/pedagogy.2018-1.17.
17. [Omarova S. K. Modern trends in education in the era of digitalization. *Pedagogy. Theory and Practice*. 2018;(1(9)):23–27. (In Russian.) EDN: YXOPVL. DOI: 10.30853/pedagogy.2018-1.17.]
17. Sulistyowati R., Slameto, Dwikurnaningsih Y. Pengembangan model pembinaan sekolah imbas adiwiyata berbasis partisipasi. *Kelola. Jurnal Manajemen Pendidikan*. 2017;4(1):97–108. (In Indonesian.) DOI: 10.24246/j.jk.2017.v4.i1.p97-108.
18. Slameto. Developing critical thinking skills through school teacher training “Training and development personnel” model and their determinants of success. *International Journal of Information and Education Technology*. 2014;4(2):161–166.
19. Перлова Н. В., Щипцова А. В. Методические подходы к формированию универсальных компетенций у обучающихся по направлениям подготовки высшего образования в области информатики и информационных технологий. *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева*. 2019;(2(102)):179–186. EDN: YBRBZF. DOI: 10.26293/chgpu.2019.102.2.024.
20. [Pervova N. V., Shchiptsova A. V. Methodological approaches to formation of universal competencies in students in informatics and information technologies. *Vestnik Chuvashskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta im. I. Ya. Yakovleva*. 2019;(2(102)):179–186. (In Russian.) EDN: YBRBZF. DOI: 10.26293/chgpu.2019.102.2.024.]
20. Галаев А. Х. Критическое мышление как ключевая компетенция современного образования. *Технопарк универсальных педагогических компетенций. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции*. Чебоксары: Издательский дом «Среда»; 2023:17–19. EDN: SYZOQU.
21. [Galaev A. Kh. Critical thinking as a key competence of modern education. *Technopark of Universal Pedagogical Competencies. Proc. 3th All-Russian Scientific and Practical*

Conf. Cheboksary, Publishing House “Sreda”, 2023:17–19.
(In Russian.) EDN: SYZOQU.]

Информация об авторе

Панжиева Назокат Нормухаматовна, базовый докторант кафедры прикладной математики, факультет прикладной математики и интеллектуальных технологий, Термезский государственный университет, г. Термез, Сурхандарьинская область, Узбекистан; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0009-4774-5505>; *e-mail*: n184@mail.ru

Information about the author

Nazokat N. Panjjeva, Basic Doctoral Student at the Department of Applied Mathematics, Faculty of Applied Mathematics and Intelligent Technologies, Termez State University, Termez, Surkhandarya Region, Uzbekistan; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0009-4774-5505>; *e-mail*: n184@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 19.12.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 29.01.24.

Принята к печати / Accepted: 30.01.24.

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-78-91

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ НОРМОКОНТРОЛЯ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СТУДЕНТОВ: КОНЦЕПЦИЯ ПРОГРАММНОГО РЕШЕНИЯ

И. С. Шахова¹ ✉¹ Казанский федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия

✉ is@it.kfu.ru

Аннотация

Отчетная документация является одним из оценочных средств, используемых для проверки освоения студентами ряда универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, отражающих способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, а также умение оформлять методические материалы и разрабатывать технические документы, связанные с профессиональной деятельностью. Освоение соответствующих компетенций оценивается по результатам анализа содержательной части текста отчета и контроля соответствия документов требованиям к оформлению по набору стандартных проверок. Подобный нормоконтроль не предполагает вариативности в оценивании, а значит, имеет перспективы автоматизации. Внедрение программного решения, направленного на автоматизацию процессов нормоконтроля, позволит сократить временные затраты на проверку отчетной документации и формирование рекомендаций для студентов по исправлению обнаруженных несоответствий.

В статье проанализированы наиболее часто встречающиеся ошибки оформления отчетной документации студентов по результатам прохождения практики, проведена их классификация и предложены методы обнаружения каждого из типов несоответствий требованиям к оформлению документов. Концепция программного решения автоматизации нормоконтроля отчетной документации, которая предлагает реализацию предложенных методов и интерфейсы взаимодействия с пользователями, создана с использованием принципа модульности. Результаты исследования, представленного в статье, демонстрируют потенциал применения методов автоматизации для задач проверки отчетной документации студентов.

Ключевые слова: нормоконтроль, проверка оформления, электронный текстовый документ, отчетная документация студента, автоматизация, программное решение.

Для цитирования:

Шахова И. С. Автоматизация процессов нормоконтроля отчетной документации студентов: концепция программного решения. *Информатика и образование*. 2024;39(2):78–91. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-78-91.

THE AUTOMATION OF THE PROCESSES OF STUDENTS' REPORTING DOCUMENTATION STANDARD CONTROL: THE SOFTWARE SOLUTION CONCEPT

I. S. Shakhova¹ ✉¹ Kazan Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia

✉ is@it.kfu.ru

Abstract

Reporting documentation is one of the assessment tools used to verify the students' mastery of several universal, general professional, and vocational competencies, reflecting the ability to search, critically analyze, and synthesize information, as well as the ability to design methodological materials and develop technical documents related to professional activities. Mastering the relevant competencies can be assessed by the results of analyzing the report text and controlling the compliance of documents with requirements to the design, accompanied by a set of standard checks. Such standard control does not imply any variability in the assessment and therefore has prospects for automation. The introduction of a software solution aimed at automating the processes of standard control will reduce the time spent on checking the reporting documentation and the formation of recommendations for students to correct the detected inconsistencies.

The article analyzes the most common errors in the design of students' reporting documentation on the results of internships, compiles a classification of errors, and suggests methods for detecting each type of non-compliance with the requirements to the design of documents. The concept of the software solution for automation of standard reporting documentation control, which offers a realization of the proposed methods and creates interfaces for interaction with users, is created using the principle of modularity.

© Шахова И. С., 2024

The results of the research presented in the article demonstrate the potential of applying automation methods to the tasks of checking students' reporting documents.

Keywords: standard control, formatting check, electronic text document, student's reporting documentation, automation, software solution.

For citation:

Shakhova I. S. The automation of the processes of students' reporting documentation standard control: The software solution concept. *Informatics and Education*. 2024;39(2):78–91. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-78-91.

1. Введение

Отчетные документы обучающихся высших учебных заведений используются в качестве средств оценки уровня освоения компетенций и демонстрируют способности студентов проводить анализ и синтез информации, разрабатывать методические материалы и документацию, связанную с профессиональной деятельностью. Одним из примеров отчетной документации, наиболее часто используемой в качестве оценочного средства, является набор отчетных документов по практике.

Согласно федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»¹ объем блока «Практика» должен составлять не менее 20 зачетных единиц. Количество практик, их типы и объем практик каждого типа устанавливает организация, реализующая образовательную программу. Так, на момент проведения исследования образовательные программы по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», реализуемые в высших учебных заведениях из списка ста лучших вузов России по данным рейтингового агентства RAEX («РАЭК-Аналитика») за 2023 год², в среднем включают в себя по 6 практик. Требования к отчетности о прохождении практики регламентируются локальными нормативными актами учебных заведений, а потому перечень документов может варьироваться. Однако основным документом студента, отражающим выполненную на практике работу и приобретенные компетенции, является отчет по практике. Таким образом, по результатам завершения каждой практики обучающийся предоставляет руководителю практики от образовательной организации отчет и сопроводительные документы, которые оцениваются руководителем согласно критериям, указанным в программе соответствующей практики.

Процесс оценивания включает в себя анализ содержательной части отчета и проверку соответствия предоставленного документа требованиям к оформлению. В отличие от рассмотрения текста с точки

зрения полноты и корректности его содержания, **контроль оформления (нормоконтроль) состоит из набора стандартных проверок и не предполагает вариативности в оценивании, что позволяет говорить о перспективах автоматизации данного процесса.**

Автоматизация нормоконтроля является актуальной темой исследований и разработок в российском научном сообществе. За последние пять лет в научных изданиях, включенных в Российский индекс научного цитирования, было опубликовано не менее 30 статей, посвященных автоматизации проверки текстовых документов на соответствие требованиям к оформлению³. В основной части статей, посвященных применению автоматических методов для задач нормоконтроля (около 75 %), авторы исследуют процессы автоматизации нормоконтроля студенческих документов в учебных заведениях, что позволяет делать выводы о значимости рассматриваемых проблем, сопровождающих процесс проверки соответствия отчетной документации студентов требованиям к оформлению. В работах исследователей представлены описания программных средств автоматизации проведения процедуры нормоконтроля выпускных квалификационных работ, научно-исследовательских и учебно-практических работ студентов, а также текстовых документов произвольного типа. Предложенные авторами программные средства предоставляют возможность проверки входного текстового файла на соответствие заданным требованиям к оформлению.

Г. А. Нестеров, А. О. Шестакова, Ю. Е. Карякин в статье «Автоматизация проверки научно-технической документации» [1] представляют прототип клиент-серверного приложения для автоматизированной проверки оформления научно-технической документации. В этом приложении реализована проверка научно-исследовательских работ в формате Word-документа на предмет соблюдения отдельных требований к оформлению (нумерации страниц, цвета текстовых абзацев, межстрочного интервала, верхнего и нижнего интервалов у определенных абзацев), а проверяемые свойства хранятся в коде программы. В. Е. Зобнина и Н. А. Вихорь в статье «Автоматизация проверки форматирования текстового документа» [2] предлагают анализировать документы Word с помощью макроса, созданного с использованием языка Visual Basic for Application (VBA), интегрированного в пакет Microsoft Office.

¹ Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 года № 920 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»». https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090304_B_3_15062021.pdf

² Рейтинг лучших вузов России RAEX-100, 2023 год. RAEX. Rating Review. 07.06.2023. https://raex-rr.com/education/russian_universities/top-100_universities/2023

³ Эти публикации можно найти, оформив поисковый запрос на сайте eLIBRARY (<https://elibrary.ru>): ключевое слово «нормоконтроль», сортировка по теме «Народное образование. Педагогика».

Разработанная авторами программа анализирует установленные в документе значения полей страницы, наименования и размера шрифта, начертания и выравнивания символов. Однако **В. Н. Поздин и Е. А. Выймова** считают, что метод на основе языка VBA не может быть использован как основной, поскольку макрос работает с документом автономно, а, следовательно, такой подход не позволяет формировать общую статистику. В статье **«Алгоритм автоматизированного нормоконтроля работ обучающихся образовательного учреждения»** [3] они предлагают конвертировать документы в формат HTML и использовать метод с применением парсинга на основе регулярных выражений, где правила проверки задаются при помощи кастомизированных шаблонов. Аналогичный подход к настройке правил проверки предлагают **Б. Е. Стариченко и М. А. Устинов** в статье **«Программа автоматизации контроля оформления текстовых документов»** [4]. В своей работе авторы представляют приложение MAPDoc, алгоритмы проверки которого реализованы путем последовательного сопоставления элементов форматирования каждого абзаца проверяемого документа с заранее заданным эталоном. Авторы из Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» предлагают иной способ задания правил проверки: он основан на использовании элементов пользовательского интерфейса разработанных авторами программных инструментов [5, 6]. Все указанные научные работы ориентированы на обработку документов в редактируемом формате.

Публикации научной группы Национального исследовательского университета ИТМО в области автоматизации нормоконтроля текстовых документов посвящены анализу возможностей парсинга электронных текстовых документов [7], разработке алгоритма формализации требований к оформлению документа [8], построению объектной модели эталонного текстового документа [9], созданию методов [10] и инструментов [11] обработки файлов разных форматов (ODT, DOCX и PDF), что позволяет расширить область применения предложенных решений.

В качестве целевого пользователя в отмеченных ранее работах рассматривается проверяющий, которым в зависимости от особенностей организации процессов нормоконтроля может являться как студент, так и преподаватель или сотрудник кафедры. Авторы из Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники в работах [12, 13] предлагают расширить список пользователей информационной системы, позволяющей автоматизировать процесс нормоконтроля учебной документации, включив в него представителей учебного управления, сотрудников кафедры, преподавателей и студентов. Автоматизации процессов нормоконтроля с точки зрения взаимодействия участников этого процесса посвящена статья **А. Н. Сливина и В. А. Шакуры «Информационная система автоматизированного контроля оформления выпускных квалификационных работ»** [14]. Авторы разработали информа-

ционную систему, направленную на ускорение проверки выпускных квалификационных работ путем систематизации типовых ошибок и предоставления проверяющему возможности выбрать обнаруженное в работе несоответствие требованиям к оформлению из заранее заданного списка с последующей отправкой отчета об обнаруженных ошибках оформления студенту.

Основным объектом исследований зарубежных авторов в области обработки документов является анализ структуры PDF-документа. Предложены размеченные наборы документов для моделей машинного обучения (см., например, [15]) и многочисленные методы семантической сегментации структурных компонентов текстовых документов в формате PDF:

- на основе механизмов анализа пикселей изображений [16];
- на базе нейросетевых подходов [17], в том числе с использованием полносвязных нейронных сетей [18] и нейронных сетей на основе архитектуры U-Net [19];
- на основе комплексного применения технологий обработки естественного языка и компьютерного зрения [20].

Помимо публикаций по теме исследования, имеются зарегистрированные в Роспатенте программные средства, направленные на решение обозначенной проблемы. Они ориентированы на автоматизацию нормоконтроля выпускных квалификационных работ¹ и курсовых проектов², а также предоставляют

¹ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021680767 Российская Федерация. Модуль анализа документов для программного комплекса автоматизированной проверки документов на соответствие требованиям к оформлению и структуре «Нормоконтроль — просто»: № 2021680148: заявлено 06.12.2021; опубликовано 14.12.2021 / Булатицкий Д. И., Питикин А. А.; правообладатель ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет». Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. EDN: BWYLEO. Режим доступа: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2021680767&TypeFile=html; Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618190 Российская Федерация. Программный комплекс организации и проверки нормоконтроля выпускных квалификационных работ: № 2023616083: заявлено 30.03.2023; опубликовано 20.04.2023 / Ткачев А. В., Логачев М. С., Никишина И. Н.; правообладатель Ткачев А. В., Логачев М. С., Никишина И. Н. Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. EDN: BLQMTV. Режим доступа: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2023618190&TypeFile=html; Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023681109 Российская Федерация. Система автоматического нормоконтроля текстовых документов: № 2023669730: заявлено 26.09.2023; опубликовано 10.10.2023 / Вагарина Н. С., Семенова Е. А.; правообладатель ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.». Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. EDN: DDNEGO. Режим доступа: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2023681109&TypeFile=html

² Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015615893 Российская Федерация. Нормоконтроль студенческих работ: № 2015612356: заявлено

возможность проверки соответствия произвольного текстового файла шаблонному документу¹.

Результаты анализа существующих методов и программных средств автоматизации процессов нормоконтроля отчетной документации студентов продемонстрировали значительный задел в исследуемой области и обнаружили направление потенциального развития — обеспечение возможности адаптации программного решения к особенностям образовательного процесса с точки зрения взаимодействия участников, а также типов документов и требований. **Целью статьи является** представление концепции и методов реализации программного решения по автоматизации нормоконтроля отчетной документации студентов, предусматривающего возможность масштабирования и модификации с учетом особенностей процесса, в котором предполагается его использование.

2. Анализ ошибок оформления документов

Для проведения анализа отчетной документации на предмет наиболее часто допускаемых ошибок оформления были выбраны исходные варианты 320 комплектов отчетных документов, подготовленных студентами Института информационных технологий и интеллектуальных систем Казанского (Приволжского) федерального университета (КФУ) после прохождения практики в 2022/2023 учебному году. Согласно положению о практике обучающихся КФУ² **комплект отчетных документов включает в себя:**

- **отчет по практике** — основной документ, отражающий организацию работы в процессе практики и содержащий описание поставленных задач, методов их решения и полученных результатов;
- **дневник практиканта** — документ, включающий в себя краткое описание содержания выполненной работы и сроков ее выполнения;

31.03.2015: опубликовано 20.06.2015 / Кашупина И. А., Луковенкова О. О., Кудринская О. В.; правообладатель ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга». Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. EDN: UCMSJY. Режим доступа: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2015615893&TypeFile=html

¹ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019661229 Российская Федерация. Программа автоматизированной проверки оформления офисных текстовых документов MAPDoc: № 2019617118; заявлено 17.06.2019: опубликовано 23.08.2019 / Стариченко Б. Е., Устинов М. А.; правообладатель ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет». Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. EDN: UKFBPW. Режим доступа: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019661229&TypeFile=html

² Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования. Принято решением ученого совета Казанского (Приволжского) федерального университета от 23 апреля 2020 года. <https://kpfu.ru/portal/docs/F535492349/Polozhenie.2020.Novoe.pdf>

- **индивидуальное задание** (при прохождении практики в основных структурных подразделениях КФУ) — документ, содержащий рабочий график (план) проведения практики;
- **путевка обучающегося-практиканта с индивидуальным заданием** (при прохождении практики в профильных организациях) — документ, включающий в себя информацию о поставленных задачах, приобретенных компетенциях и отзыве руководителя о работе практиканта.

Поскольку путевка обучающегося-практиканта предоставляется руководителю практики от образовательной организации исключительно в бумажном виде, данный документ был исключен из рассмотрения. Таким образом, для анализа были использованы 320 отчетов о прохождении практики, 320 дневников практиканта и 262 индивидуальных задания:

- 110 отчетов и дневников, 104 индивидуальных задания студентов 1-го года обучения;
- 103 отчета и дневника, 79 индивидуальных заданий студентов 2-го года обучения;
- 107 отчетов и дневников, 79 индивидуальных заданий студентов 3-го года обучения.

Процесс анализа был выполнен в ручном режиме: каждый комплект документов был последовательно рассмотрен на предмет соблюдения требований к заполнению документации, установленных в упомянутом ранее положении о практике, и рекомендаций руководителя практики по тексту отчета, основанных на наборе государственных стандартов, регламентирующих общие правила оформления документации³.

По результатам анализа было выявлено, что около 30 % комплектов документов составлены корректно:

- на 1-м году обучения — 34 %;
- на 2-м году обучения — 27 %;
- на 3-м году обучения — 28 %.

Оставшиеся 70 % комплектов содержат 51 разновидность несоответствий требованиям к оформлению, которые были классифицированы на 7 типов. Из дальнейшего рассмотрения были исключены недочеты содержательной части отчета: недостаточно подробное описание результатов выполнения задач и иные содержательные ошибки (обозначены в исследовании как «ошибки типа Т7»), — поскольку автоматизация обнаружения таких недочетов в полной мере не представляется возможной.

Таким образом, было выявлено, что 577 ошибок 49 разновидностей представляют собой несоответствия требованиям к оформлению (что составляет около 94 % всех выявленных ошибок в документации по практике). Типология несоответствий требованиям к оформлению документов приведена в таблицах 1–6.

³ Шахова И. С. Методические указания по выполнению и защите курсовой работы. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет; 2019. 17 с. https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F494780150/Shakhova_course_work_method.pdf

Таблица 1 / Table 1

Тип T1: ошибки заполнения полей документов**Type T1: errors in filling out document fields**

ID	Несоответствие	Частота встречаемости		
		1-й год обучения	2-й год обучения	3-й год обучения
T1E1	Неполный комплект документов	0	1	3
T1E2	Не указана должность руководителя практики	6	6	7
T1E3	Ошибка в заполненном поле «ФИО»	2	1	0
T1E4	Отсутствуют отдельные поля	1	2	0
T1E5	Некорректные даты прохождения практики	2	3	2
T1E6	Некорректное место прохождения практики	5	7	10
T1E7	Не указан номер группы	3	6	4
T1E8	Некорректные даты сдачи отчета	4	3	5
T1E9	Заполнено поле с оценкой	3	6	2
T1E10	Некорректные шаблоны документов	6	6	2
T1E11	Некорректное ФИО и/или должность руководителя практики	0	2	1

Таблица 2 / Table 2

Тип T2: ошибки оформления содержания отчета**Type T2: errors in report content formatting**

ID	Несоответствие	Частота встречаемости		
		1-й год обучения	2-й год обучения	3-й год обучения
T2E1	Несоответствие номеров страниц в оглавлении страницам в тексте	3	6	3
T2E2	Страницы разделов содержания указаны в формате «первая страница раздела — последняя страница раздела»	3	0	0
T2E3	Номера страниц указаны под названием раздела или через пробел после него	3	5	3
T2E4	Среди пунктов содержания присутствует заголовок «Содержание»	0	2	6
T2E5	Номера страниц в оглавлении не указаны или указаны не для всех компонентов текста	3	2	1

Таблица 3 / Table 3

Тип T3: ошибки оформления текста отчета**Type T3: errors in report text formatting**

ID	Несоответствие	Частота встречаемости		
		1-й год обучения	2-й год обучения	3-й год обучения
T3E1	Разный межстрочный интервал	13	18	15
T3E2	Пустые строки между абзацами	19	15	13
T3E3	Разное выравнивание обычного текста	16	21	15
T3E4	Пропущены отступы красной строки	17	15	11

Окончание таблицы 3 /
End of the table 3

ID	Несоответствие	Частота встречаемости		
		1-й год обучения	2-й год обучения	3-й год обучения
T3E5	На титульном листе указан номер страницы	1	0	0
T3E6	Пропущены точки в конце предложений	2	0	3
T3E7	Выделены цветом отдельные фрагменты текста	2	1	1
T3E8	Пустые страницы	2	1	2
T3E9	Разные шрифты (размер, семейство) у однотипных элементов	3	12	10
T3E10	Разный цвет текста	0	2	8
T3E11	Некорректное оформление фрагментов программного кода	0	2	2
T3E12	Некорректная верстка статических компонентов отчетных документов, не предполагающих изменения	6	8	2
T3E13	Глава начинается с рисунка	1	1	0
T3E14	Отсутствие отступа между параграфами	1	0	1

Таблица 4 / Table 4

Тип 4: ошибки оформления рисунков**Type 4: errors in images formatting**

ID	Несоответствие	Частота встречаемости		
		1-й год обучения	2-й год обучения	3-й год обучения
T4E1	Подпись к рисунку перенесена на следующую страницу	2	4	4
T4E2	Рисунок выходит за поля страницы	1	0	3
T4E3	Подпись к рисунку размещена не по центру	2	1	3
T4E4	Нет подписей к рисункам (подписи не ко всем рисункам, подпись неполная)	4	11	4
T4E5	Рисунок размещен не по центру	3	3	4
T4E6	Некорректная нумерация рисунков (дублирование, пропуски и др.)	3	4	2
T4E7	Точка в конце названия рисунка	1	0	0
T4E8	Отсутствие упоминания рисунков в тексте	4	8	6

Таблица 5 / Table 5

Тип 5: ошибки оформления заголовков**Type 5: errors in headers formatting**

ID	Несоответствие	Частота встречаемости		
		1-й год обучения	2-й год обучения	3-й год обучения
T5E1	Заголовки со строчной буквы	1	0	0
T5E2	Заголовки с точкой в конце	3	1	1
T5E3	Заголовки без полужирного начертания	1	1	1

Окончание таблицы 5 /
End of the table 5

ID	Несоответствие	Частота встречаемости		
		1-й год обучения	2-й год обучения	3-й год обучения
T5E4	Текст заголовка не соответствует заголовку в содержании	2	1	1
T5E5	Главы начинаются не с новой страницы	1	2	3
T5E6	Поставлен номер перед заголовком, который не нумеруется (введение, заключение, список использованных источников)	1	0	2
T5E7	Некорректная нумерация глав (дублирование, пропуски и др.)	3	3	0
T5E8	Пропущен заголовок	0	1	0
T5E9	Одинаковые названия глав	0	1	0

Таблица 6 / Table 6

Тип T6: ошибки оформления списка использованных источников
Type T6: errors in references formatting

ID	Несоответствие	Частота встречаемости		
		1-й год обучения	2-й год обучения	3-й год обучения
T6E1	Несоответствие требованиям к оформлению списка использованных источников	10	20	9
T6E2	Отсутствие упоминания источников в тексте	4	8	6

По результатам проведенного анализа было выявлено, что в отчетных документах студентов преобладают ошибки оформления текста отчета (T3), в частности ошибки T3E1–T3E4, касающиеся форматирования компонентов основного текста. Следующим по частоте недочетом оформления является несоответствие требованиям к оформлению списка использованных источников (T6E1). Суммарно на пять упомянутых несоответствий приходится около 40 % всех обнаруженных ошибок. Десять наиболее часто встречающихся в отчетной документации несоответствий требованиям к оформлению — это ошибки T1E2, T1E6, T3E1–T3E4, T3E9, T4E4, T4E8, T6E1. Они составляют 57 % от общего числа ошибок. Двадцать наиболее часто встречающихся несоответствий (T1E2, T1E6–T1E10, T2E1, T2E3, T3E1–T3E4, T3E9–T3E10, T3E12, T4E1, T4E4, T4E8, T6E1–T6E2) покрывают 79 % ошибок.

Диаграмма суммарной частоты встречаемости несоответствий требованиям к оформлению в разрезе разновидностей ошибок приведена на рисунке 1.

При анализе с разбивкой по годам обучения наблюдается аналогичная тенденция распределения ошибок в отчетной документации студентов (рис. 2).

Полученные результаты позволяют приоритизировать задачи по автоматизации обнаружения несоответствий согласно частоте их встречаемости в отчетной документации студентов.

3. Методы поиска несоответствий требованиям к оформлению документации

Для масштабируемости создаваемого программного решения в качестве входного файла был принят текстовый документ. Реализация первой версии программных механизмов направлена на обработку файлов в формате DOCX.

Особенности различных типов ошибок оформления накладывают ограничения на методы, применяемые для их поиска. **Эффективным подходом**, который обеспечивает обнаружение до 90 % ошибок оформления (ошибки типа T1–T4, T6), **является метод на основе правил**¹. Он заключается в анализе входного файла с применением заранее заданных условий для обнаружения искомых синтаксических конструкций.

Так, например, для проверки корректности заполнения фиксированных полей документа задается набор ключевых слов, по которым необходимо проводить поиск. При обнаружении указанных слов проводится проверка соответствия последовательности символов, следующих за указанными ключевыми

¹ Метод на основе правил (англ. Rule Based) — один из методов извлечения информации, основанный на применении набора правил, которые определяют отношения вида «условие — действие».

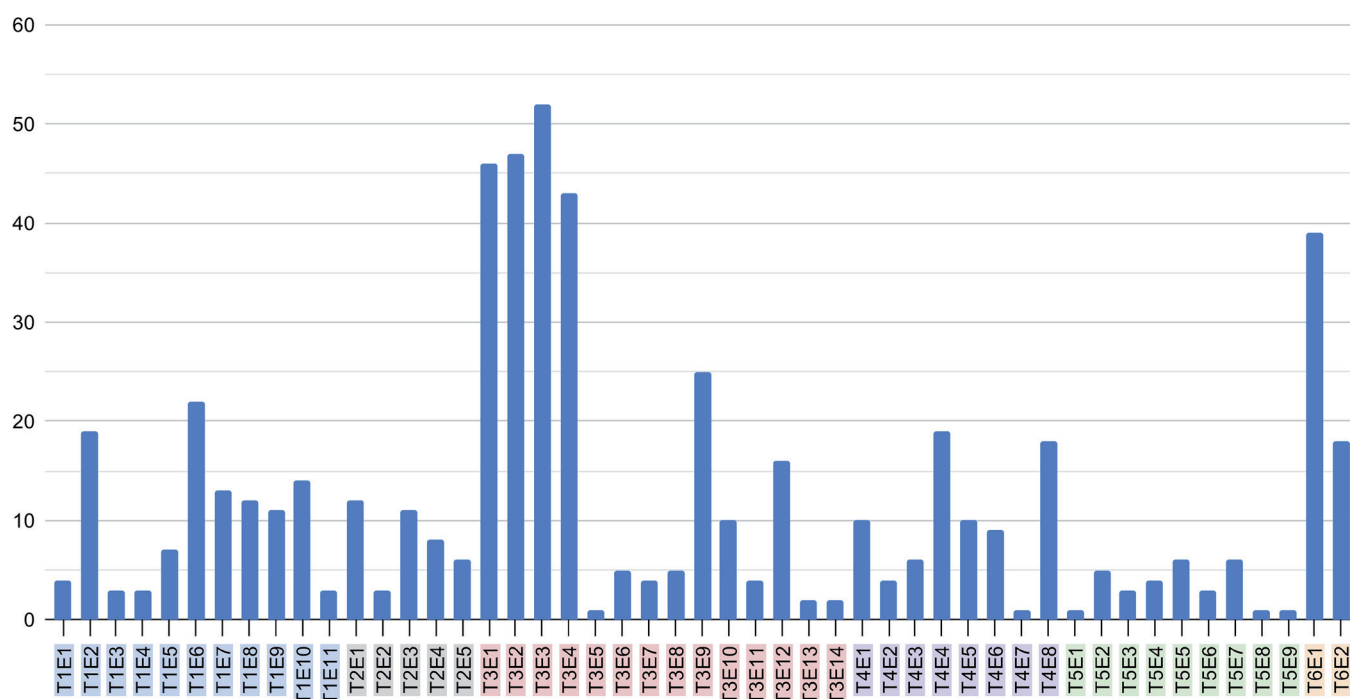


Рис. 1. Диаграмма суммарной частоты встречаемости ошибок оформления по разновидностям

Fig. 1. The diagram of the total frequency of formatting errors by kind

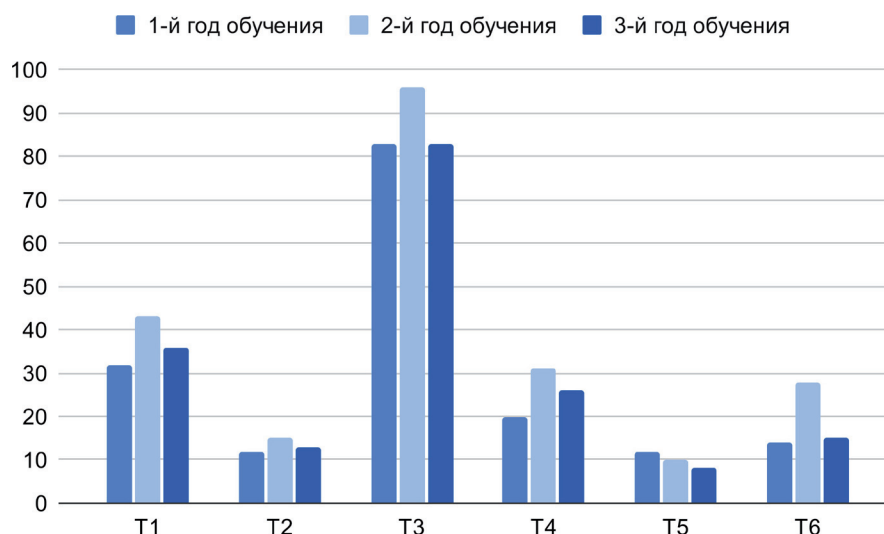


Рис. 2. Диаграмма частоты встречаемости ошибок оформления по типам ошибок и годам обучения

Fig. 2. The diagram of the frequency of formatting errors by error type and year of study

словами, строке, заданной в пользовательском интерфейсе программного решения. Аналогичные алгоритмы используются для обнаружения ошибок в содержании, оформлении текста отчета, подписей к рисункам и списка использованных источников информации.

Несмотря на то что метод, основанный на заранее заданных правилах, позволяет обнаружить подавляющее большинство несоответствий требованиям к оформлению, его применение с учетом первоначальной структуры DOCX-файла может

негативно сказываться на трудоемкости расширения функциональных возможностей программы, в частности, на внедрении семантического анализа текста. Для оптимизации трудоемкости и обеспечения масштабируемости программного решения было предложено графовое представление текста отчета по практике. Тело документа предлагается рассматривать в виде графа, где вершинами являются структурные компоненты текста разного уровня иерархии, а ребрами задаются связи типа «родитель — потомок» и принадлежность атрибутов

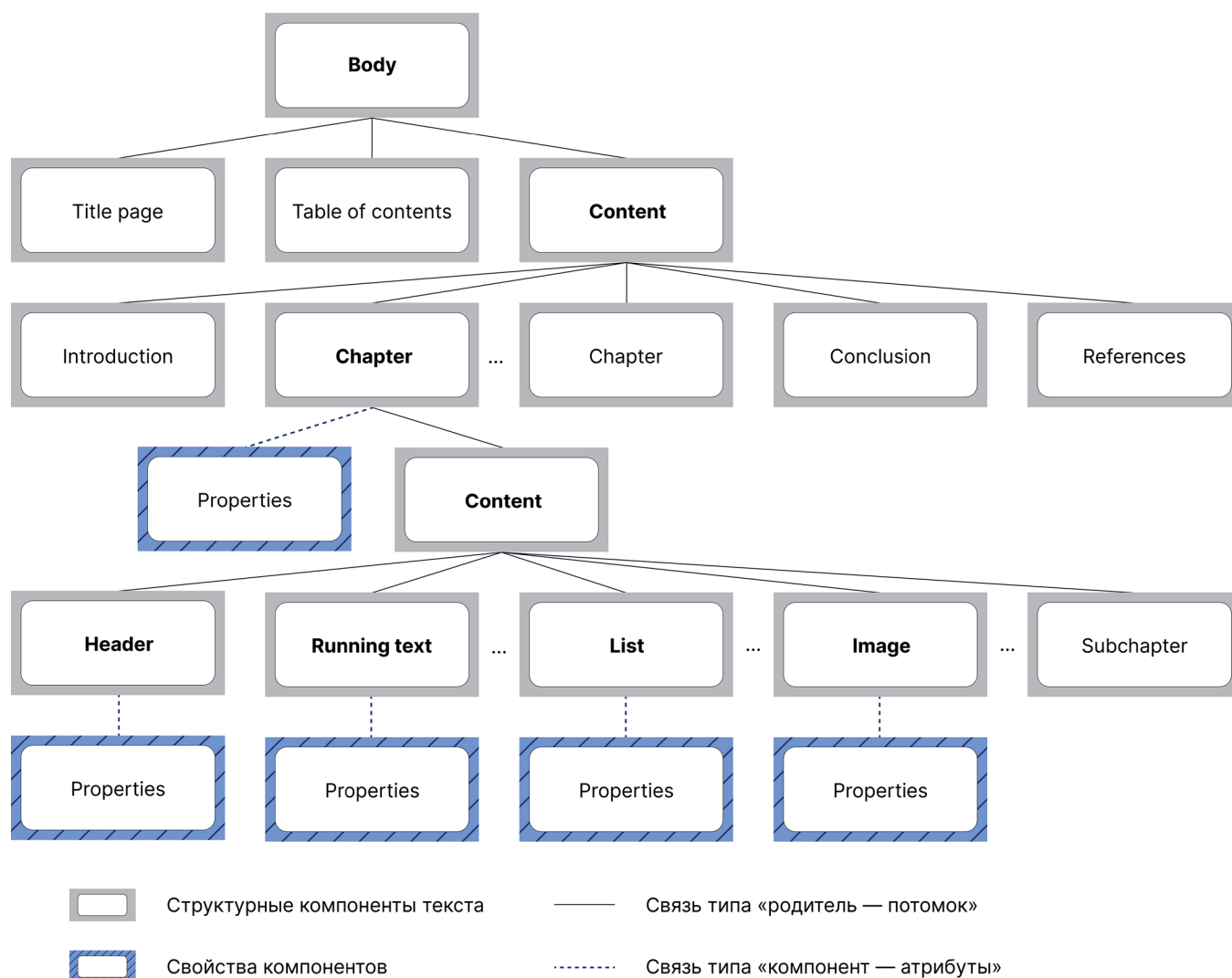


Рис. 3. Модифицированное графовое представление текста

Fig. 3. Modified graph representation of a text

соответствующему компоненту текста. Упрощенный вариант предложенного графового представления приведен на рисунке 3. Структурные компоненты текста, названия которых выделены полужирным начертанием на рисунке, детализированы до терминальной вершины хотя бы по одному из потомков, для других компонентов приведены исключительно узлы первого уровня вложенности.

Построение графа, представленного на рисунке 3, предполагает наличие программного механизма поиска заголовков глав и параграфов текста, который позволяет определять структурные компоненты типа “Chapter” и “Subchapter”. Данный механизм также является необходимым для обнаружения несоответствий требованиям к оформлению заголовков (ошибки типа Т5). Для разработки такого механизма был проведен количественный анализ 623 уникальных заголовков первого, второго и третьего уровней, используемых в отчетах студентов трех лет обучения. По результатам анализа было выявлено, что заголовки

не содержат глаголов, а медианное значение длины заголовков, измеряемое в количестве токенов (слов), варьируется в пределах двух. Так, медианное значение равно 3 для всех заголовков второго и третьего уровней, 4 — для заголовков первого уровня в отчетах студентов 1-го и 2-го года обучения, 5 — для заголовков первого уровня в отчетах студентов 3-го года обучения. Максимальным значением (без учета выбросов) длины заголовка является 11 токенов (рис. 4).

Выявленные количественные характеристики, а также особенность заголовка, требующая наличия символа переноса строки до и после заголовка при условии отсутствия опознавательных символов элемента списка, позволяют составить комплекс метрик для обнаружения заголовков в тексте отчета.

Таким образом, предложенные методы (метод на основе правил и метод выявления заголовков в тексте на основе количественных характеристик) обеспечивают обнаружение ошибок оформления всех шести типов.

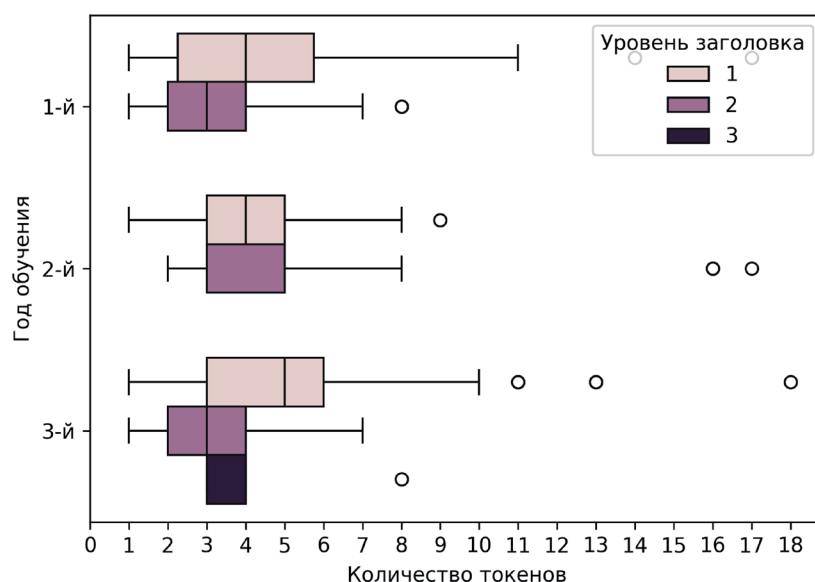


Рис. 4. Диаграмма размаха распределения длины заголовков (в токенах)

Fig. 4. The box plot of the distribution of headers length (in tokens)

4. Концепция программного решения автоматизации нормоконтроля отчетной документации

В основе концепции предложенного программного решения автоматизации нормоконтроля отчетной документации лежит принцип модульности, обеспечивающий снижение затрат на замену отдельных компонентов программы при ее дальнейшем развитии. Так, модуль обработки входного текстового файла отделен от модуля обнаружения ошибок, что позволяет расширять набор допустимых форматов. Модуль обнаружения несоответствий требованиям к оформлению, в свою очередь, может дополняться программными механизмами анализа текста документации на предмет иных нарушений. **Обособленность модуля, инкапсулирующего пользовательские интерфейсы программного решения, позволяет модифицировать подходы и средства его реализации в процессе тестирования или эксплуатации без необходимости вносить изменения в другие модули программы.**

Программное решение подразумевает наличие пользователей двух типов:

1. **Пользователь 1**, который загружает текстовую документацию на проверку и получает обратную связь о необходимости внесения изменений (для задачи автоматизации нормоконтроля отчетной документации обучающихся таким пользователем является **студент**).
2. **Пользователь 2**, который имеет доступ к результатам проверки документации на наличие несоответствий требованиям к оформлению и непосредственно к самой документации для возможности ее проверки на предмет иных недочетов, которые требуют исправления

(для рассматриваемой задачи это **преподаватель**).

Начальным взаимодействием с программным решением является настройка требований к оформлению. Это действие производится пользователем 2 единожды, заданные настройки сохраняются до дальнейшей их корректировки.

Пользователь 2 указывает следующие данные:

- межстрочный интервал;
- форматирование обычного текста: семейство шрифтов, кегль, выравнивание (по левому краю/по центру/по правому краю/по ширине), допустимость полужирного начертания (да/нет), допустимость курсивного начертания (да/нет), допустимость наличия выделения цветом (да/нет), допустимость разного цвета фрагментов текста (да/нет);
- оформление подписи к рисунку: регулярное выражение;
- форматирование заголовка: семейство шрифтов, кегль, полужирное начертание (да/нет), курсивное начертание (да/нет), выравнивание (по левому краю/по центру/по правому краю/по ширине), интервал перед заголовком, интервал после заголовка;
- оформление списка использованных источников информации: регулярное выражение;
- главы с новой страницы (да/нет).

Остальные атрибуты компонентов текста, проверка которых осуществляется в процессе поиска несоответствий в первой реализации программного решения, заданы по умолчанию.

Принципы взаимодействия пользователей с программным решением в рамках процесса проверки отчетной документации на соответствие требованиям к оформлению представлены на рисунке 5.

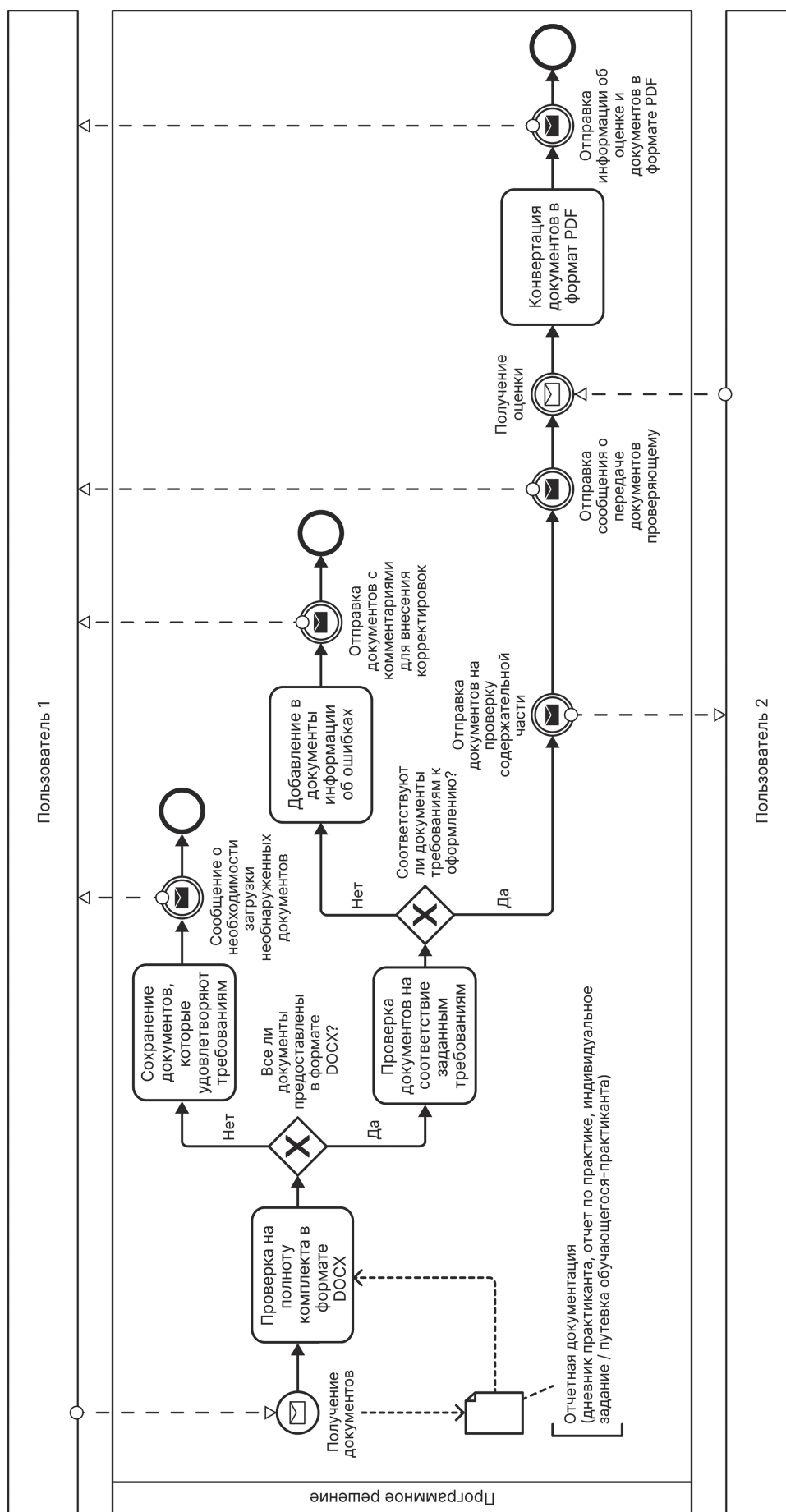


Рис. 5. Диаграмма процесса проверки отчетной документации
 Fig. 5. The diagram of the process of checking reporting documents

После загрузки пользователем 1 текстовой документации в систему осуществляется проверка загруженного комплекта файлов на наличие всех необходимых документов в требуемом формате DOCX. Если комплект неполный и/или документы загружены в некорректном формате, пользователь 1 получает сообщение о необходимости повторной загрузки тех документов, которые не были обнаружены в формате DOCX. Данная последовательность действий производится циклично до тех пор, пока проверка комплекта документов на полноту не завершится успешно. С этого момента у пользователя 2 появляется возможность производить оценку загруженных документов даже в случае, если они не соответствуют требованиям к оформлению.

По результатам обработки загруженных документов строится графовое представление текстов, производится проверка соответствия документов требованиям к оформлению, которые заданы пользователем 2 и установлены по умолчанию. В случае обнаружения несоответствий в документ добавляются комментарии с сообщением об обнаруженной ошибке и рекомендациями по ее исправлению. Для применения предложенной программы в сторонней предметной области или с целью решения иных задач упомянутый программный механизм добавления комментариев может быть заменен на механизм автоматического исправления обнаруженных несоответствий.

Документы, в которых были обнаружены ошибки оформления, возвращаются пользователю 1 с сопроводительным сообщением о необходимости внести указанные в комментариях корректировки и загрузить документ в систему повторно. Данный процесс выполняется до тех пор, пока все требования не будут соблюдены. Если пользователь 1 считает, что на этапе проверки произошла ошибка, у него есть возможность связаться с пользователем 2 для пояснения ситуации.

После проверки содержательной части документа пользователь 2 выставляет оценку работе, а пользователь 1 получает сообщение об итоговых результатах и свои документы, сконвертированные в формат PDF для печати.

5. Заключение

Результаты анализа ошибок, наиболее часто встречающихся в отчетной документации по практике обучающихся высших учебных заведений, демонстрируют значительное преобладание несоответствий требованиям к оформлению над недостатками, касающимися содержательной части. Несответствия требованиям к оформлению документов можно разделить на типы по связи с компонентами документации, в оформлении которых они были обнаружены. Были выявлены 6 типов ошибок:

- 1) заполнения полей документов;
- 2) оформления содержания отчета по практике;
- 3) форматирования текста отчета;

- 4) оформления рисунков;
- 5) оформления заголовков;
- 6) оформления списка использованных источников.

Полученные результаты позволяют наблюдать сходные тенденции распределения количества ошибок соответствующих типов по годам обучения и приоритизировать задачи по реализации методов поиска несоответствий с учетом частоты их встречаемости.

В статье предложены методы обнаружения выявленных несоответствий, разработанные с учетом особенностей ошибок разных типов. Ключевым является метод на основе правил, направленный на поиск несоответствий отдельных компонентов текста заранее заданным условиям. Указанный подход позволяет автоматизировать обнаружение до 90 % ошибок оформления. Поиск остальных 10 % ошибок оформления требует применения алгоритма классификации заголовков, который основан на предложенных метриках, сформированных по результатам анализа текстов заголовков. В целях оптимизации процесса поиска предложено модифицированное графовое представление текста, ориентированное в числе прочего на расширение функциональных возможностей описанного программного решения в сторону семантического анализа документа.

В основу концепции предложенного программно-го решения автоматизации нормоконтроля отчетной документации положен принцип модульности, который поможет снизить затраты на замену отдельных компонентов программы при ее дальнейшем развитии.

Результаты проведенной работы демонстрируют потенциал применения методов автоматизации для задач проверки отчетной документации студентов и обнаруживают перспективы масштабирования предложенного решения для его применения в сторонних предметных областях.

Список источников / References

1. Нестеров Г. А., Шестакова А. О., Карякин Ю. Е. Автоматизация проверки научно-технической документации. *Математическое и информационное моделирование. Материалы Всероссийской конференции молодых ученых*. Тюмень: Тюменский государственный университет; 2021;19:97–101. EDN: IAINCM.

[Nesterov G. A., Shestakova A. O., Karyakin Yu. E. Automation of verification of scientific and technical documentation. *Mathematical and Information Modeling. Proc. All-Russian Conf. of Young Scientists*. Tyumen, University of Tyumen; 2021;19:97–101. (In Russian.) EDN: IAINCM.]

2. Зобнина В. Е., Вихорь Н. А. Автоматизация проверки форматирования текстового документа. *Избранные доклады 65-й Юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Сборник докладов*. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет; 2019:880–881. EDN: WOXXVEH.

[Zobnina V. E., Vikhor N. A. Automation of checking the formatting of a text document. *Selected Reports of the 65th Anniversary University Scientific and Technical Conf. of Students and Young Scientists. Collection of Reports*.

Tomsk, Tomsk State University of Architecture and Building; 2019:880–881. (In Russian.) EDN: WOXVEH.]

3. Поздин В. Н., Выймова Е. А. Алгоритм автоматизированного нормоконтроля работ обучающихся образовательного учреждения. *Общество. Наука. Инновации (НПК-2021). Сборник статей XXI Всероссийской научно-практической конференции*. Киров: Вятский государственный университет; 2021;2:584–588. EDN: HMPOFQ.

[Pozdin V. N., Vyimova E. A. Algorithm for automated standard control of the work of students of an educational institution. *Society. Science. Innovations (Scientific and Practical Conference-2021). Collection of articles 21th All-Russian Scientific and Practical Conf.* Kirov, Vyatka State University; 2021;2:584–588. (In Russian.) EDN: HMPOFQ.]

4. Стариченко Б. Е., Устинов М. А. Программа автоматизации контроля оформления текстовых документов. *Педагогическое образование в России*. 2018;(8):163–168. EDN: UYIHPU. DOI: 10.26170/po18-08-22.

[Starichenko B. E., Ustinov M. A. Program of automation verification of text documents formatting. *Pedagogical Education in Russia*. 2018;(8):163–168. (In Russian.) EDN: UYIHPU. DOI: 10.26170/po18-08-22.]

5. Карманова К. А., Кудрявцева А. Г., Рыбникова В. В. Исследование и создание сервиса проверки оформления и форматирования документов. *Материалы научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов имени Е. В. Арменского*. М.: Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ; 2022:113–116. EDN: ZBXIVU. Режим доступа: <https://miem.hse.ru/data/2022/09/02/1700621959/MIEM-HSE-2022-final.pdf>

[Karmanova K. A., Kudryavtseva A. G., Rybnikova V. V. Research and creation of a service for checking the design and formatting of documents. *Proc. Scientific and Technical Conf. of Students, Postgraduate Students and Young Specialists named after E. V. Armenty*. Moscow, HSE Tikhonov Moscow Institute of Electronics and Mathematics; 2022:113–116. (In Russian.) EDN: ZBXIVU. Available at: <https://miem.hse.ru/data/2022/09/02/1700621959/MIEM-HSE-2022-final.pdf>]

6. Zhigalova M., Sukhov A. System of automated checking of textual document design rules. *Information Content and Processing*. 2015;2(2):164–180. Available at: <http://www.foibg.com/ijicp/vol02/ijicp02-02-p05.pdf>

7. Марцинкевич В. И., Ларионова Г. С., Терещенко В. В., Ситникова К. А., Горлушкина Н. Н. Анализ возможностей парсинга электронных текстовых документов для автоматизации нормоконтроля. *Экономика. Право. Инновации*. 2022;(3):39–49. EDN: JLQANQ. DOI: 10.17586/2713-1874-2022-3-47-57.

[Martsinkevich V. I., Larionova G. S., Tereshchenko V. V., Sitnikova K. A., Gorchushkina N. N. Analysis of the possibilities of parsing electronic text documents for the automation of standard control. *Economics. Law. Innovation*. 2022;(3):39–49. (In Russian.) EDN: JLQANQ. DOI: 10.17586/2713-1874-2022-3-47-57.]

8. Кобец Е. А., Насыров Н. Ф., Комаров М. С., Горлушкина Н. Н. Алгоритм формализации требований к оформлению документов для сервиса автоматизированного нормоконтроля. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2021;(7):89–95. EDN: INOAIN. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.07.20.

[Kobets E. A., Nasyrov N. F., Komarov M. S., Gorchushkina N. N. The algorithm of formalization the requirements for the execution of documents for the automation norm rule checking service. *Sovremennaya Nauka: Aktual'nyye Problemy Teorii i Praktiki. Seriya: Yestestvennyye i Tekhnicheskiye Nauki*. 2021;(7):89–95. (In Russian.) EDN: INOAIN. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.07.20.]

9. Кобец Е. А., Насыров Н. Ф., Тартынский П. С., Горлушкина Н. Н. Построение объектной модели эталонного текстового документа для сервиса автоматизированного

нормоконтроля. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2021;(8):57–63. EDN: BVPPMU. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.08.14.

[Kobets E. A., Nasyrov N. F., Tartynskikh P. S., Gorchushkina N. N. Creation the object model of the text benchmark document for automation the norm rule checking service. *Sovremennaya Nauka: Aktual'nyye Problemy Teorii i Praktiki. Seriya: Yestestvennyye i Tekhnicheskiye Nauki*. 2021;(8):57–63. (In Russian.) EDN: BVPPMU. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.08.14.]

10. Kozyreva A., Nazarenko U., Berezhkov A., Nasyrov N. Analysis of the text of the FQP for automated standard control of documents. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021;2131(2):1–7. DOI: 10.1088/1742-6596/2131/2/022102.

11. Martsinkevich V., Tereshchenko V., Larionova G., Berezhkov A., Kobets E., Nasyrov N., Gorchushkina N. Web tool for automated document formatting verification. *Proc. 33rd Conf. of FRUCT Association*. Helsinki, Finland, FRUCT Oy; 2023;(2):375–381. Available at: <https://fruct.org/publications/volume-33/acm33/files/Mar.pdf>

12. Захарова А. А., Аверьянова А. М., Глухих К. Д. Автоматизированная информационная система нормоконтроля в вузе: моделирование процессов управления. *Инновационные технологии в машиностроении. Сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции*. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет; 2023:149–152. EDN: XOZDBC. Режим доступа: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/76559>

[Zakharova A. A., Averyanova A. M., Glukhikh K. D. Automated information system for normative control at a university: Modeling of management processes. *Innovative Technologies in Mechanical Engineering. Proc. of the 14th Int. Scientific and Practical Conf.* Tomsk, National Research Tomsk Polytechnic University; 2023:149–152. (In Russian.) EDN: XOZDBC. Available at: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/76559>]

13. Захарова А. А., Аверьянова А. М., Глухих К. Д. Web-приложение для автоматизации процесса проведения нормоконтроля учебной документации. *Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Трансформация образования, науки и производства — основа технологического прорыва. Материалы международной научно-методической конференции*. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники; 2023:260–263. EDN: XLTURO.

[Zakharova A. A., Averyanova A. M., Glukhikh K. D. Web application for automating process of conducting standard control of educational documentation. *Modern Education: Integration of Education, Science, Business and Government. Transformation of Education, Science and Manufacturing — the Basis of a Technological Breakthrough. Proc. Int. Scientific and Methodological Conf.* Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics; 2023:260–263. (In Russian.) EDN: XLTURO.]

14. Сливин А. Н., Шакура В. А. Информационная система автоматизированного контроля оформления выпускных квалификационных работ. *Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях (ИАМП-2022). Материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием*. Бийск: Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова; 2022:11–12. EDN: JVHVXU.

[Slivin A. N., Shakura V. A. Information system for automated control of final qualification papers design. *Measurements, Automation and Modeling in Industry and Scientific Research (MAMI-2022). Proc. 17th All-Russian Scientific*

and Technical Conf. of Students, Postgraduate Students and Young Scientists with International Participation. Biysk, Polzunov Altai State Technical University; 2022:11–12. (In Russian.) EDN: JVHVXU.]

15. Pfitzmann B., Auer C., Dolfi M., Nassar A. S., Staar P. DocLayNet: A large human-annotated dataset for document layout segmentation. *Proc. 28th ACM SIGKDD Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining*. New York, NY, USA, Association for Computing Machinery; 2022:3743–3751. DOI: 10.1145/3534678.3539043.

16. Bhowmik S., Kundu S., Sarkar R. BINYAS: A complex document layout analysis system. *Multimedia Tools and Applications*. 2021;80(6):8471–8504. DOI: 10.1007/s11042-020-09832-3.

17. Grijalva F., Santos E., Acuña B., Rodríguez J. C., Larco J. C. Deep learning in time-frequency domain for document layout analysis. *IEEE Access*. 2021;9:151254–151265. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3125913.

18. Wu X., Ma T., Du X., Hu Z., Yang J., He L. DRFN: A unified framework for complex document layout analysis. *Information Processing & Management*. 2023;60(3):1–16. DOI: 10.1016/j.ipm.2023.103339.

19. Wang B., Zhou J., Zhang B. MSNet: A multi-scale segmentation network for documents layout analysis. *Learning Technologies and Systems. Proc. 19th Int. Conf. on Web-Based Learning (ICWL 2020) and 5th Int. Symposium on Emerging*

Technologies for Education (SETE 2020). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg; 2021:225–235. DOI: 10.1007/978-3-030-66906-5_21.

20. Zhang P., Li C., Qiao L., Cheng Z., Pu S., Niu Y., Wu F. VSR: A unified framework for document layout analysis combining vision, semantics and relations. *Document Analysis and Recognition. Proc. 16th Int. Conf. (ICDAR 2021)*. Berlin, Heidelberg, Germany, Springer-Verlag; 2021:115–130. DOI: 10.1007/978-3-030-86549-8_8.

Информация об авторе

Шахова Ирина Сергеевна, старший преподаватель кафедры программной инженерии, Институт информационных технологий и интеллектуальных систем, Казанский федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1591-5767>; *e-mail*: is@it.kfu.ru

Information about the author

Irina S. Shakhova, Senior Lecturer at the Department of Software Engineering, Institute of Information Technology and Intelligent Systems, Kazan Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1591-5767>; *e-mail*: is@it.kfu.ru

Поступила в редакцию / Received: 29.03.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 08.04.24.

Принята к печати / Accepted: 09.04.24.

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



21 - 27 сентября
международный конгресс

Суперкомпьютерные дни в России 2024

<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!

