

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

# Информатика и образование

Научно-методический журнал

## Informatics and Education

Scholarly Journal

 [infojournal.ru](http://infojournal.ru)

**№ 6 / 2023**

Том (Volume) 38



30.01.2024

—  
31.01.2024

XXIV МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Развитие технологической платформы и прикладных решений 1С, как инструментария для гиперавтоматизации процессов создания новых ценностей.
2. Экосистема 1С для поддержки педагогической деятельности в цифровой среде образовательной организации.
3. Развитие форм практикоориентированного обучения и компетентностного подхода в образовании. Участие представителей экосистемы 1С в системе общего, профессионального и дополнительного образования.
4. Применение передовых технологий и методик обучения при подготовке высококвалифицированных специалистов в области цифровизации бизнеса.

В 2023 году в конференции приняли участие более 7400 человек.

Подробнее о тематиках конференции и условиях участия см. сайт [educonf.1c.ru](http://educonf.1c.ru)

## МЕРОПРИЯТИЯ В РАМКАХ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Пленарные и секционные заседания
- Мастер-классы по использованию программных продуктов фирмы «1С»
- Вернисаж программных и методических разработок

Традиционно 31 января 2024 года проводится 1С:День студента. Это отличный шанс для студентов оценить свои силы и попасть на стажировку в ИТ-компанию!

**Участие бесплатное для всех сотрудников образовательных организаций и органов управления образованием.**

Обязательная предварительная регистрация открыта до 29 января 2024 года на сайте [educonf.1c.ru](http://educonf.1c.ru)

**ФИРМА «1С»**

**Оргкомитет конференции:**

Тел./факс: +7 (495) 688-90-02

Email: [npk@1c.ru](mailto:npk@1c.ru). Web: [educonf.1c.ru](http://educonf.1c.ru)

**1С®**  
ФИРМА "1С"



## Содержание

### ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

- Лернер И. М., Байков Ф. Ю., Карелина Е. А., Григорьев С. Г., Сычев А. С., Дымкова С. С.** Построение типичных профилей обучаемых поколения Z для повышения качества образовательного процесса .....5
- Минеев А. И., Морозова Н. В., Львова М. В., Шаронова А. А.** Подготовка кадров в условиях развития цифровой экономики: опыт обучения студентов Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова работе с «1С:ERP Управление предприятием»..... 14
- Пономаренко Е. П., Красавина Ю. В., Гареев А. А., Шишкина А. А.** Познавательная деятельность студентов с инвалидностью по слуху в цифровой среде: специфика, проблемы и стили..... 21

### ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

- Кузнецова Ю. А.** Имитационное моделирование стратегического развития системы высшего образования Российской Федерации ..... 32
- Носкова Т. Н.** Цифровая образовательная среда: методологический аспект запуска инноваций..... 45
- Барабаш Д. А., Панов П. М.** Создание программного прототипа системы распознавания лиц для образовательных учреждений на платформе «1С:Предприятие» ..... 52
- Савин М. А.** О способах анализа качества знаний студентов при дистанционном и смешанном форматах обучения ..... 59
- Гончарова О. Н., Гончаров А. М.** Интеллектуальное словарное приложение для изучения иностранных языков.... 68

### ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ТЕСТЫ

- Гусятников В. Н., Соколова Т. Н., Безруков А. И., Каюкова И. В.** Использование методов искусственного интеллекта для оценки компетенций в ходе тестирования ..... 75

- НАПЕЧАТАНО В 2023 ГОДУ** ..... 86



# 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 ИИФ

Главный редактор журнала  
«Информатика и образование»  
ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

Главный редактор журнала  
«Информатика в школе»  
БОСОВА Людмила Леонидовна

Директор издательства  
РЫБАКОВ Даниил Сергеевич

Научный редактор  
ДЕРГАЧЕВА Лариса Михайловна

Ведущий редактор  
КИРИЧЕНКО Ирина Борисовна

Редактор отдела  
СИРОТКИН Никита Сергеевич

Корректор  
ШАРАПКОВА Людмила Михайловна

Верстка  
ФЕДОТОВ Дмитрий Викторович

Дизайн  
ГЛАВНИЦКИЙ Евгений Николаевич

Отдел распространения  
и рекламы  
КУЗНЕЦОВА Елена Александровна

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич**

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**ВАСИЛЬЕВ Владимир Николаевич**

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

**ГЕЙН Александр Георгиевич**

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

**ГРИНШКУН Вадим Валерьевич**

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

**ДОБРОВОЛЬСКИЙ Николай Михайлович**

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

**ЛАПТЕВ Владимир Валентинович**

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

**НОВИКОВ Дмитрий Александрович**

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

**РОДИОНОВ Михаил Алексеевич**

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

**СЕМЕНОВ Алексей Львович**

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

**СМОЛЯНИНОВА Ольга Георгиевна**

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

**УВАРОВ Александр Юрьевич**

доктор пед. наук, профессор, Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, 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 Лилиана Рафиковна**

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

**БОНК Кёртис Джей**

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

**ДАГЕНЕ Валентина Антановна**

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

**ЛЕВИН Илья**

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

**ПРАКАША Дж. С.**

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

**СЕРГЕЕВ Ярослав Дмитриевич**

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

**СТОЯНОВ Станимир Недялков**

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

**ФОМИН Сергей Анатольевич**

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

**ФОРКОШ БАРУХ Алона**

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

## Table of Contents

### PEDAGOGICAL EXPERIENCE

- I. M. Lerner, F. Yu. Baykov, E. A. Karelina, S. G. Grigoriev, A. S. Sychev, S. S. Dymkova.** Developing typical profiles of Generation Z students to improve the quality of the educational process.....5
- A. I. Mineev, N. V. Morozova, M. V. Lvova, A. A. Sharonova.** Professional training in the digital economy development: Experience of training students of I. N. Ulianov Chuvash State University to work with "1C:ERP Enterprise Management" ..... 14
- E. P. Ponomarenko, Yu. V. Krasavina, A. A. Gareyev, A. A. Shishkina.** Learning activities of students with hearing disabilities in the digital environment: Features, problems and styles..... 21

### INFORMATIZATION OF EDUCATION

- Yu. A. Kuznetsova.** Simulation modeling of the strategic development of the higher education system of the Russian Federation..... 32
- T. N. Noskova.** Digital educational environment: The methodological aspect of launching innovations..... 45
- D. A. Barabash, P. M. Panov.** Creating a software prototype of the face recognition system for educational institutions on the "1C:Enterprise" platform..... 52
- M. A. Savin.** About the methods of the students competences analysis in distance and blended learning..... 59
- O. N. Goncharova, A. M. Goncharov.** Smart dictionary application for learning foreign languages..... 68

### PEDAGOGICAL MEASUREMENTS AND TESTS

- V. N. Gusyatnikov, T. N. Sokolova, A. I. Bezrukov, I. V. Kayukova.** Use of artificial intelligence methods to assess competencies during testing..... 75

- PUBLISHED IN 2023** ..... 86



# SCHOLARLY JOURNAL "INFORMATICS AND EDUCATION"

FOUNDERS:

RUSSIAN ACADEMY OF EDUCATION  
PUBLISHING HOUSE  
"EDUCATION AND INFORMATICS"

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

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

## Contacts

Editor-in-chief  
grigorsg@infojournal.ru  
Editorial team  
readinfo@infojournal.ru  
Distribution  
and Advertising Department  
info@infojournal.ru  
Phone  
+7 (495) 140-19-86  
Postal address  
119270, Russia, Moscow,  
PO Box 15  
Journal website  
<https://info.infojournal.ru>

## EDITORIAL TEAM

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

Sergey G. GRIGORIEV

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

Lyudmila L. BOSOVA

**Director of Publishing House**

Daniil S. RYBAKOV

**Science Editor**

Larisa M. DERGACHEVA

**Senior Editor**

Irina B. KIRICHENKO

**Editor**

Nikita S. SIROTKIN

**Proofreader**

Lyudmila M. SHARAPKOVA

**Layout**

Dmitry V. FEDOTOV

**Design**

Eugene N. GLAVNICKY

**Distribution and Advertising Department**

Elena A. KUZNETSOVA

## EDITOR-IN-CHIEF

**Sergey G. GRIGORIEV**

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

## EDITORIAL BOARD

**Vladimir N. VASILIEV**

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

**Alexander G. GEIN**

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

**Vadim V. GRINSHKUN**

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

**Nikolai M. DOBROVLSKII**

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

**Vladimir V. LAPTEV**

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

**Dmitry A. NOVIKOV**

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

**Mikhail A. RODIONOV**

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

**Alexei L. SEMENOV**

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

**Olga G. SMOLYANINOVA**

Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.), Professor, Head of the Department of Information Technologies in Education and Lifelong Learning, Institute of Education Science, Psychology and Sociology, 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: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-5-13

# ПОСТРОЕНИЕ ТИПИЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ОБУЧАЕМЫХ ПОКОЛЕНИЯ Z ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

И. М. Лернер<sup>1</sup> ✉, Ф. Ю. Байков<sup>2</sup>, Е. А. Карелина<sup>2</sup>, С. Г. Григорьев<sup>3</sup>, А. С. Сычев<sup>1</sup>, С. С. Дымкова<sup>4</sup><sup>1</sup> Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия<sup>2</sup> Государственный университет управления, г. Москва, Россия<sup>3</sup> Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия<sup>4</sup> Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия

✉ aviap@mail.ru

## Аннотация

Глобальные цифровые платформы, влияющие на развитие локальных цифровых платформ (от платформ национального уровня до платформы конкретного предприятия), в целях повышения эффективности должны учитывать информационные потребности пользователей, в том числе обусловленные их эмоционально-психологическими особенностями. А для этого их разработчикам необходимо знать типичные эмоционально-психологические профили пользователей.

Построение типичных эмоционально-психологических профилей обучающихся поколения Z необходимо для корректной и эффективной работы информационных и образовательных платформ, в частности, адаптивных электронных образовательных сред, которые, среди прочего, реализуют подходы геймификации.

Для выявления названных профилей обучающихся поколения Z используется многофакторная методика тестирования Р. Кеттела (форма С) и последующая обработка полученных результатов статистическими методами (в форме кластерного анализа). Для обеспечения репрезентативности результатов в исследовании было задействовано 994 студента различных вузов (результаты опроса использовались в обезличенной форме).

Анализ результатов кластеризации дает возможность выявить долю обучаемых, способных самостоятельно формировать новые знания и получать оригинальные результаты интеллектуальной деятельности, определить долю студентов с прагматичным отношением к жизни, а также тех, кто обладает качествами делового лидерства, и т. д.

На основании этих результатов сформулированы рекомендации для повышения качества образовательного процесса как частного случая работы адаптивной электронной образовательной среды.

**Ключевые слова:** эффективность обучения, поколение Z, кластерный анализ, система оценки знаний, тест Р. Кеттела, геймификация.

## Для цитирования:

Лернер И. М., Байков Ф. Ю., Карелина Е. А., Григорьев С. Г., Сычев А. С., Дымкова С. С. Построение типичных профилей обучаемых поколения Z для повышения качества образовательного процесса. *Информатика и образование*. 2023;38(6):5–13. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-5-13.

# DEVELOPING TYPICAL PROFILES OF GENERATION Z STUDENTS TO IMPROVE THE QUALITY OF THE EDUCATIONAL PROCESS

I. M. Lerner<sup>1</sup> ✉, F. Yu. Baykov<sup>2</sup>, E. A. Karelina<sup>2</sup>, S. G. Grigoriev<sup>3</sup>, A. S. Sychev<sup>1</sup>, S. S. Dymkova<sup>4</sup><sup>1</sup> Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia<sup>2</sup> State University of Management, Moscow, Russia<sup>3</sup> Moscow City University, Moscow, Russia<sup>4</sup> Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia

✉ aviap@mail.ru

## Abstract

Global digital platforms that influence the development of local digital platforms (from national-level platforms to the platform of a particular enterprise), in order to be more effective, must take into account the informational requirements of users, including those determined by their emotional and psychological characteristics. For this purpose, their developers need to know the typical emotional and psychological profiles of users.

The construction of typical emotional and psychological profiles of Generation Z learners is necessary for correct and efficient operation of information and educational platforms, in particular, adaptive e-learning environments, which, among other things, implement gamification approaches.

To identify the above-mentioned profiles of Generation Z learners, we use R. Cattell's multifactor testing methodology (form C) and subsequent processing of the obtained results using statistical methods (in the form of cluster analysis). To ensure the representativeness of the results, the study involved 994 students from various universities (the survey results were used in an impersonal form).

The analysis of clustering results makes it possible to identify the share of students who are able to independently form new knowledge and obtain original results of intellectual activity, to determine the share of students with a pragmatic attitude to life, as well as those who possess the qualities of business leadership, etc.

Based on these results, recommendations for improving the quality of the educational process as a special case of adaptive e-learning environment are formulated.

**Keywords:** effectiveness of training, Generation Z, cluster analysis, knowledge assessment system, Cattell's 16 Personality Factors (16PF) test, gamification.

**For citation:**

Lerner I. M., Baykov F. Yu., Karelina E. A., Grigoriev S. G., Sychev A. S., Dymkova S. S. Developing typical profiles of Generation Z students to improve the quality of the educational process. *Informatics and Education*. 2023;38(6):5–13. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-5-13.

## 1. Введение

Наблюдаемый в настоящее время переход к информационному обществу обуславливает преобразования социально-экономических систем и методов управления ими [1–10]. В наибольшей степени эти изменения выражены в образовании [1–4, 9, 10], в сфере предоставления информации пользователям [5, 6], в области коммерции и маркетинга [7], поиска работы [8].

Следует отметить, что неотъемлемой частью этого процесса трансформации является необходимость соответствующего преобразования глобальных цифровых платформ (ГЦП). Анализ работ [4, 5, 9–11] указывает на то, что класс ГЦП, к которому относятся адаптивные электронные образовательные среды (ЭОС) и интеллектуальные информационные системы (ИИС) (например, «умные» библиотеки), оказывает наибольшее влияние на развитие остальных цифровых платформ. Это объясняется сложившейся демографической и социально-культурной ситуацией.

Во-первых, большая часть населения мира<sup>1</sup>, которая наиболее активно использует технику для коммуникаций, в том числе в Российской Федерации<sup>2</sup>, относится к поколению Y (людям, родившимся примерно с 1982 по 2004 год, а в России — с 1984 по 2000 год), для которого свойственно:

- профессиональное владение техникой;
- потребность к разнообразию;
- стремление к свободе и гибкости при планировании своего временного ресурса, в том числе и в области повышения квалификации и собственного развития [12–15].

Во-вторых, для большей части следующего поколения — поколения Z (людей, родившихся примерно с конца 1990 по 2015 год, а в России — с 2000 по 2015 год) — свойственно:

- мышление образами (клиповое мышление);
- предпочтение виртуального общения;

- потребность в постоянной новизне, в том числе и при получении знаний, умений и навыков [12–15].

В-третьих, в настоящее время для повышения мотивации обучаемых часто применяются методы геймификации [16], базовые версии которых нашли широкое применение в области маркетинга [17].

Следует отметить, что согласно исследованиям последних лет [3, 5, 11] при построении ГЦП указанного класса должны учитываться информационные потребности пользователей, которые, среди прочего, обусловлены их эмоционально-психологическими особенностями. Однако применяемые в настоящее время модели адаптивных ЭОС не учитывают эти потребности. К такому выводу можно прийти, анализируя адаптивные модели электронного обучения, описанные в обзоре Н. С. Силкиной и Л. Б. Соколинского [1]. Исключением является модель, представленная в работе [3]. Ее ядром стало использование типичных факторных профилей преподавателей и обучаемых, формируемых на базе методики Р. Кеттела [18], и «конвейерного» метода обучения, которые по сути реализуют элементы геймификации.

К аналогичным выводам можно прийти, если анализировать работы, в которых авторы исследуют современные подходы к созданию «умных» библиотек [6, 19, 20].

Таким образом, становится очевидной актуальность поставленной в нашей работе цели: выявление типичных (усредненных) профилей обучаемых поколения Z для выработки рекомендаций, способствующих повышению качества процесса обучения.

Выбор в качестве объекта исследования именно поколения Z обусловлен тем, что представители этого поколения по состоянию на 2023 год массово получают образование во всех типах учебных заведений.

## 2. Используемые методы и стратегия исследования

Для достижения поставленных целей в нашей работе мы применяем подход, представленный в работе [21], к выборке обучаемых. Основой указанного подхода являются:

<sup>1</sup> См.: Возрастно-половая пирамида: пирамида населения «Мир» в 2023 году. <https://population-pyramid.net/ru/rr/Мир>

<sup>2</sup> Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту. Федеральная служба государственной статистики. Информационно-аналитические материалы. <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13284>

- методика тестирования Р. Кеттелла (форма С)<sup>1</sup>;
- кластерный анализ.

Целесообразность выбора опросника Р. Кеттелла (форма С) для исследования личности каждого обучающегося обусловлена следующими причинами:

- корректность результатов при обследовании группы респондентов;
- уровень образования тестируемых (не ниже среднего);
- адаптированность опросника для носителей русского языка;
- наиболее высокие показатели объективности итоговых результатов по сравнению с другими формами [18].

Применение кластерного анализа к получаемым посредством опросника Р. Кеттелла результатам эффективно, поскольку мышление образами является лишь внешним проявлением набора личностных факторов каждого из обучаемых. В составе учебной группы это приводит к образованию соответствующих сообществ с общими характерными личностными чертами, которые с точки зрения математической статистики являются кластерами [21].

**Стратегия исследования имеет следующий вид.** После проведения *тестирования по опроснику Р. Кеттелла* формируется база данных личностных профилей<sup>2</sup> (факторная оценка личности) для каждого обучающегося, принимавшего участие в исследовании. Далее производится *поблочная интерпретация результатов для каждого профиля* в базе данных (интерпретация групп факторов, определяющих социально-психологические, коммуникативные особенности, эмоциональные и интеллектуальные характеристики личности), а уже к полученным таким образом результатам *применяется кластерный анализ*.

Процесс кластеризации необходимо начинать с анализа блока факторов, соответствующих интеллектуальным характеристикам личности<sup>3</sup> (факторы В (интеллект), М (практичность/мечтательность), Q<sub>1</sub> (консерватизм/радикализм)). Дальнейший статистический факторный анализ осуществляется по оставшимся блокам факторов, описывающим социально-психологические особенности личности (А, F, Н — экстраверсия/интроверсия, Е, G, L, N, Q<sub>2</sub>, — коммуникативные свойства) и эмоциональные характеристики личности (С, О, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>).

Выборка обучаемых поколения Z, используемых для выявления типичных (усредненных) профилей, составила 994 студента 2–5-го курсов вузов России. Исследование было проведено в обезличенной форме в период с 2019 по 2023 год.

<sup>1</sup> Адаптированный вариант опросника Р. Кеттелла (форма С) для русскоговорящей аудитории представлен в практикуме по психодиагностике А. Н. Капустиной [18].

<sup>2</sup> Алгоритм формирования профиля см. в практикуме по психодиагностике А. Н. Капустиной [18].

<sup>3</sup> Выбор блока интеллектуальных характеристик личности при формировании подгрупп обусловлен тем, что они оказывают наибольшее влияние на образовательный процесс.

### 3. Результаты

Результаты первичной кластеризации на базе анализа интеллектуальных характеристик личности и краткое описание каждой из групп представлены в таблице 1.

На рисунке 1 отражена доля от численности выборки для каждой из групп.

Детальный анализ этих групп по остальным блокам факторов, характеризующим их социально-психологические, эмоциональные, коммуникативные свойства на основании алгоритма [18], представлен ниже. Он позволил выявить следующие дополнительные особенности:

**1. Наличие двух выраженных подгрупп у 1-й группы (В = 4...8, М = 7...12, Q<sub>1</sub> = 7...12):**

- **подгруппа 1.1** численностью 2,941 % (42,1 %)⁴. Ее представителям свойственна самостоятельность при создании новых интеллектуальных решений. Активность и открытость в межличностном общении, сопровождающиеся в ряде случаев импульсивностью, наблюдаются у 82,7 % обучаемых из этой подгруппы. Трудности при установлении социальных контактов, как и при принятии социальных решений, отмечаются у 41,3 % и 37,9 % обучаемых соответственно. Застенчивость в новых условиях испытывают 37,9 %. Желание управлять людьми и быть лидером наблюдается у 37,9 % опрошенных из данной подгруппы, а желание к вступлению в новые группы есть у 51,7 %;
- **подгруппа 1.2** численностью 4 % (57,9 %). Обучаемые из данной подгруппы не могут самостоятельно обеспечить получение новых, оригинальных интеллектуальных решений. В большинстве случаев студентам данной подгруппы свойственны эмоциональная пластичность (82,5 %) и открытость в межличностных контактах (70 %), сопровождающиеся некоторой импульсивностью при общении. В то же время проблемы в установлении новых социальных контактов наблюдаются у половины опрошенных из данной подгруппы. Желание быть лидером и вступать в новые группы испытывают только 8 %. У 20 % опрошенных отмечаются затруднения в принятии социальных решений и застенчивость в новых условиях. Отсутствие стрессоустойчивости наблюдается у 32,5 % обучаемых.

Для представителей данной подгруппы также свойственны:

- а) ориентированность на действительность (50 % студентов) и низкий уровень прагматизма (12,5 %);
- б) невысокая склонность к мечтательности и рефлексии (30 %);

<sup>4</sup> Здесь и далее используются следующие обозначения: процентное соотношение подгруппы по отношению к выборке А (процентное соотношение подгруппы по отношению к группе В) — А (В).

Результаты кластеризации по интеллектуальным характеристикам личности (факторы В, М, Q<sub>1</sub>)Clustering results according to the intellectual characteristics of the person (factors В, М, Q<sub>1</sub>)

№ группы	Численность групп, чел.	Доля от численности общей выборки, %	Параметры по Р. Кеттелу	Общие характеристики группы		
1	69	6,941	В = 4...8, М = 7...12, Q <sub>1</sub> = 7...12	Высокая скорость и подвижность мышления, умение оперировать абстракциями	Высокий уровень культуры и эрудированности, аналитическое мышление, интеллектуальные потребности выше среднего, стремлением к новым знаниям, широта взглядов. Склонность к свободомыслию	—
2	117	11,77	В = 4...8, М = 0...6, Q <sub>1</sub> = 7...12			Желание решать только прикладные интеллектуальные задачи
3	229	23,03	В = 4...8, М = 7...12, Q <sub>1</sub> = 0...6			Высокий уровень эрудированности. Высокий уровень критики и консерватизма при столкновении с новым. Сниженные потребности в области интеллектуальных интересов, низкий уровень аналитического мышления
4	426	42,85	В = 4...8, М = 0...6, Q <sub>1</sub> = 0...6	Практическое мышление, высокая скорость мышления и высокий уровень эрудиции. Консерватизм и скепсис при принятии нового		
5	18	1,81	В = 0...3, М = 7...12, Q <sub>1</sub> = 7...12	Скорость мышления и уровень общей культуры ниже среднего, высокий уровень аналитического мышления	Интеллектуальные потребности выше среднего, умение оперировать абстрактными понятиями, развитое творческое воображение	
6	8	0,804	В = 0...3, М = 0...6, Q <sub>1</sub> = 7...12			Направленность на решение практических задач, низкий уровень эрудированности, обусловленный невысоким уровнем образования. Высокий уровень интеллектуальных интересов, склонность к свободомыслию
7	45	4,527	В = 0...3, М = 7...12, Q <sub>1</sub> = 0...6	Консерватизм и скепсис при столкновении с новым, сниженный уровень интеллектуальных потребностей. Скорость мышления ниже среднего, так же, как и уровень эрудиции. Трудности при решении интеллектуальных задач. Мечтательность и развитое воображение, умение оперировать абстракциями		
8	82	8,249	В = 0...3, М = 0...6, Q <sub>1</sub> = 0...6	Направленность на решение практических задач. Низкая скорость мышления, сниженные потребности в абстрактных знаниях или полное их игнорирование, направленность на практическую деятельность, которая обеспечивает достижение экономического эффекта		

в) низкий уровень деловой предприимчивости (22,5 %) и низкая эффективность в профессиональной сфере из-за слабой мотивации (17,5 %).

Ряд особенностей эмоциональных и психологических качеств обеих подгрупп продемонстрирован на рисунке 2.

## 2. Наличие двух выраженных подгрупп у 2-й группы (В = 4...8, М = 0...6, Q<sub>1</sub> = 7...12):

- **подгруппа 2.1** численностью 5,4 % (46,15 %). Обучаемым из этой подгруппы свойственна самостоятельность при достижении результатов интеллектуальной деятельности. Открытость в межличностных контактах наблюдается

у 40,7 % опрошенных, а сдержанность проявляется у 31,4 %. Только 18,5 % обучаемых обладают стрессоустойчивостью, а желание к вступлению в новые группы отмечается у 25,9 %.

Независимость характера в сочетании с умением принимать нетривиальные решения, инициативность и лидерство, высокое чувство ответственности и долга, готовность к принятию правил и общественных норм наблюдаются у 7,4 % обучаемых из этой подгруппы;

- **подгруппа 2.2** численностью 6,37 % (53,85 %). Обучаемые из этой подгруппы не могут само-

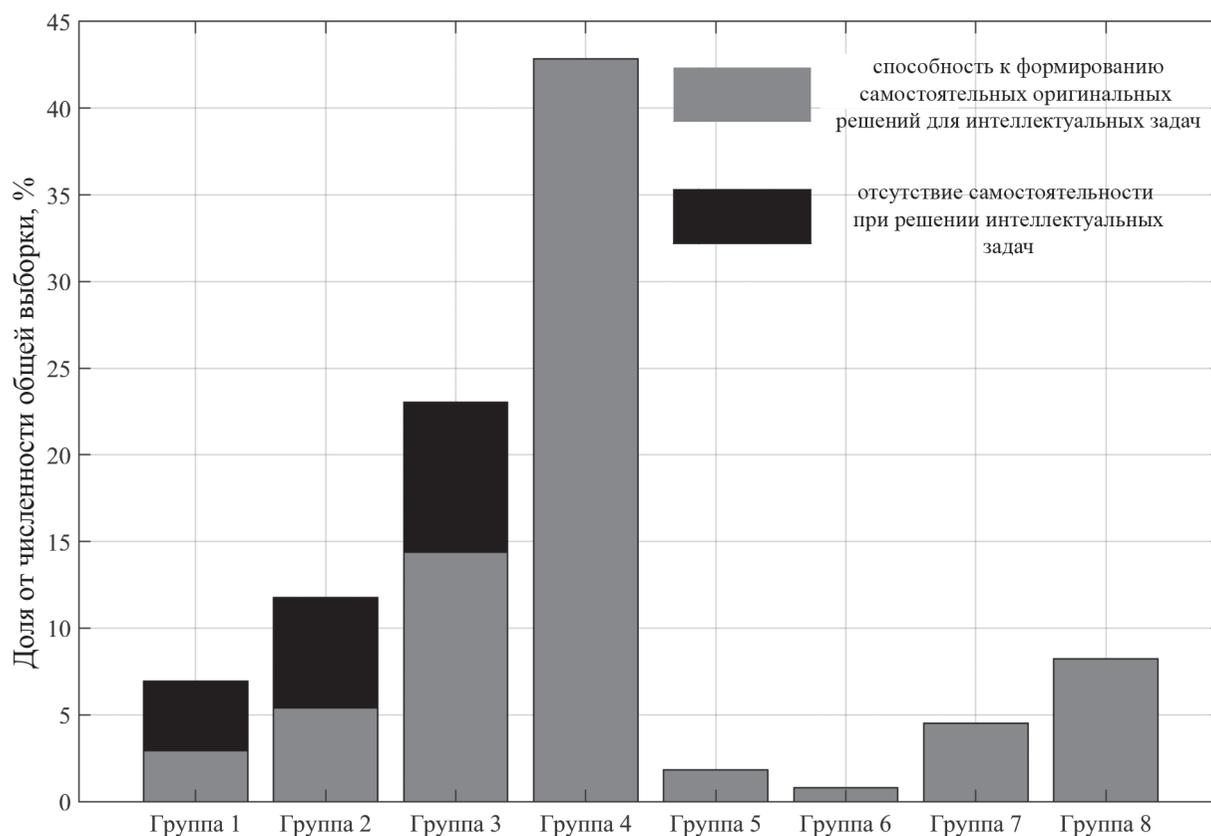


Рис. 1. Распределение обучаемых по группам в соответствии с интеллектуальными характеристиками личности  
 Fig. 1. Distribution of students into groups in accordance with their intellectual characteristics

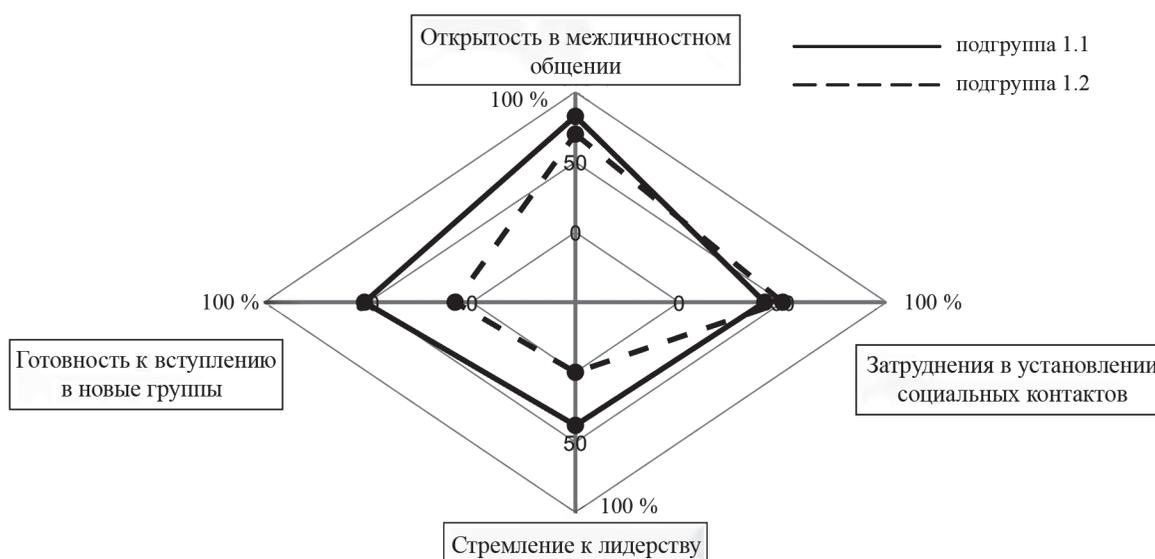


Рис. 2. Основные эмоционально-психологические характеристики обучаемых подгрупп 1.1 и 1.2  
 Fig. 2. Basic emotional and psychological characteristics in students of subgroups 1.1 and 1.2

стоятельно формировать новые, оригинальные интеллектуальные решения, и большей их части свойственна прагматичность в поведении (76,1%). Направленность на решение конкретной, реальной задачи демонстрируют только 23,8% опрошенных. Среди обучаемых

данной подгруппы наблюдается высокий уровень стремления быть лидером (44,4%) и наличие социальной смелости (50,7%), открытость к вступлению в новые социальные группы (61,9%). В то же время почти двум третям обучаемых свойственна открытость

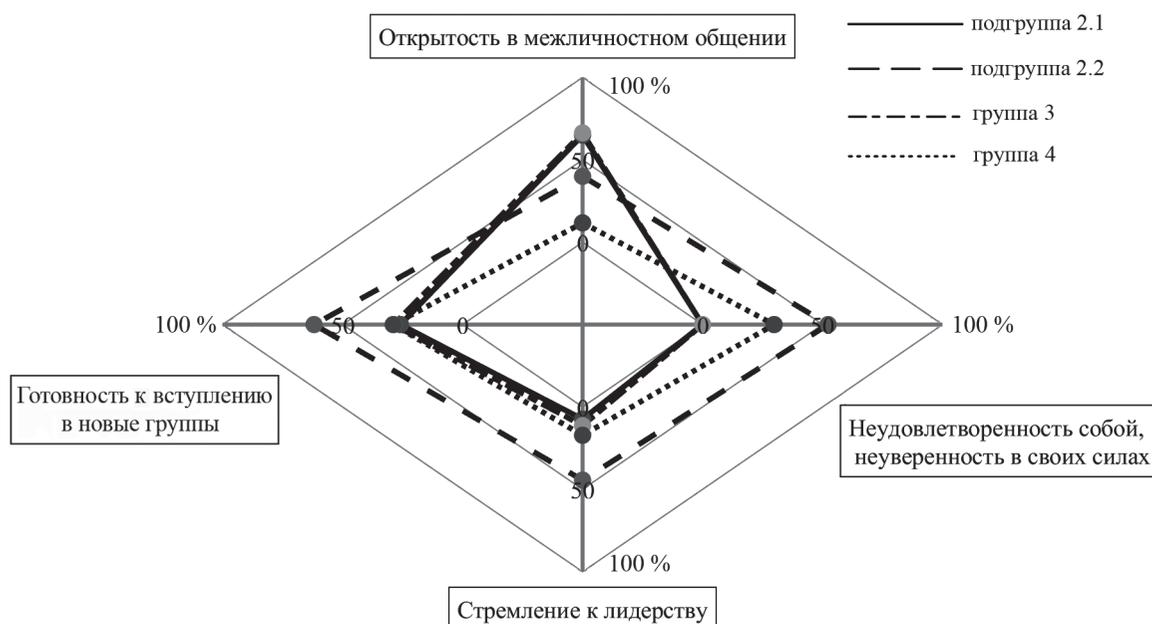


Рис. 3. Основные эмоционально-психологические характеристики обучаемых подгрупп 2.1 и 2.2, групп 3 и 4

Fig. 3. Basic emotional and psychological characteristics in students of subgroups 2.1, 2.2 and groups 3, 4

в межличностных контактах, а сдержанность присуща лишь 17,4 %. Некоторую осторожность в социальных контактах проявляют около трети опрошенных из данной подгруппы. У половины подгруппы (52,3 %) наблюдается неуверенность в своих силах.

Ряд особенностей эмоциональных и психологических качеств обеих подгрупп продемонстрирован на рисунке 3.

**3. Только у 37,5 % опрошенных в 3-й группе** ( $V = 4...8$ ,  $M = 7...12$ ,  $Q_1 = 0...6$ ) наблюдается склонность к принятию неординарных, самостоятельных интеллектуальных решений, а высокий уровень предприимчивости имеет место лишь у 23,5 %. Данной группе свойственна открытость в межличностном общении (66,6 %) и легкость в установлении и поддержании социальных контактов (62,46 %), а также умение реализовывать свои мечты на практике (50,2 %). Чуть менее трети студентов из этой группы (28,8 %) демонстрируют желание к вступлению в новые группы. Желание быть лидером, в том числе деловое лидерство (11,3 %), выраженное чувство долга (10,4 %) наблюдаются лишь у каждого десятого в этой группе, примерно у такого же количества (13,9 %) отмечается прагматичное отношение к жизни. У обучаемых данной группы также прослеживается определенная зависимость от мнения коллектива (17 %).

Обучаемым из данной группы свойственно в большинстве случаев отсутствие стрессоустойчивости (83,5 %). А около трети этой группы (34,4 %) испытывают эмоциональную неустойчивость.

Независимость характера, лидерство, инициативность, умение находить нетривиальные решения, высокое чувство ответственности и долга, готовность к принятию правил и норм, дипломатичность

в межличностном общении наблюдаются у 3,9 % обучаемых из этой группы.

С проблемами при решении практико-ориентированных задач, обусловленных стремлением к самосовершенствованию и поиску стимулов для воображения, сталкиваются 27,5 % обучаемых.

Ряд особенностей эмоциональных и психологических качеств данной группы продемонстрирован на рисунке 3.

**4. Для наиболее многочисленной 4-й группы** ( $V = 4...8$ ,  $M = 0...6$ ,  $Q_1 = 0...6$ ) характерна слабая социальная активность (88,8 % обучаемых), высокая направленность на практическую деятельность (40,6 %), высокая зависимость от мнения коллектива (26,7 %). У значительного количества опрошенных наблюдается высокое чувство долга (19,9 %). Около трети обучаемых готовы к вступлению в новые группы (28,9 %), и примерно такое же количество испытывает неуверенность в своих силах (29,81 %).

Стремление к лидерству в данной группе отмечается у 17,2 % обучаемых, а деловое лидерство — у 2,11 %.

Рассудительность в выборе партнеров по общению демонстрируют 11,73 %. Сдержанность при межличностных и социальных контактах отличает 17,8 % опрошенных, а только в межличностных отношениях — 29,1 %. Открытость в межличностных контактах наблюдается лишь у 11,73 % студентов данной группы. Проблемы в установлении социальных контактов, застенчивость в новых условиях, затруднения при принятии социальных решений наблюдаются у четверти группы.

Ряд особенностей эмоциональных и психологических качеств группы продемонстрирован на рисунке 3.

## 4. Обсуждение результатов и рекомендации

Полученные результаты исследования позволяют сделать следующие выводы:

- доля обучаемых, способных самостоятельно формировать новые знания и получать новые, оригинальные результаты интеллектуальной деятельности, составляет 8,341 % от выборки; из них 2,941 % — это подгруппа 1.1, а 5,4 % — подгруппа 1.2.
- Обучаемым подгруппы 1.1 свойственна направленность на получение интеллектуальных решений с высоким уровнем абстракции и высокой степенью обобщения (теории, методы и т. д.). А для студентов подгруппы 1.2 свойственна прикладная направленность получаемых результатов;
- нацеленность на коммерциализацию получаемого решения (предприимчивость) проявляется в большей степени у обучаемых из 3-й группы и подгруппы 1.2, а деловое лидерство обнаруживается у обучаемых 3-й группы. При этом стремление к лидерству больше всего наблюдается у студентов подгруппы 2.2;
- для наиболее многочисленной группы 4 свойственно предпочтение использовать социальные контакты вместо межличностных.

На основании этих результатов можно дать рекомендации, направленные на повышение качества образовательного процесса, в том числе за счет рассматриваемого в данной работе класса ГЦП:

1. Поскольку для большого числа обучаемых подгрупп 1.1, 1.2, 2.2 свойственны проблемы в установлении социальных контактов, возникает барьер между преподавателем и студентами данных подгрупп. Его преодоление возможно за счет **налаживания межличностных контактов среди самих обучаемых**. Для этого прежде всего необходимо задействовать межличностные контакты между теми обучаемыми, которые имеют стремление к лидерству или обладают лидерскими качествами, при этом обычно не испытывают недостатка коммуникативных способностей и могут выполнять роль лидера-посредника между преподавателем и остальной студенческой группой. При построении такого взаимодействия **целесообразно одновременно использовать модель геймификации [16] и модель адаптивной ЭОС<sup>1</sup> [3]**, реализующей, среди прочего, «конвейерный» метод обучения, тем самым снижая риск возникновения негативных по-

следствий от проявления импульсивности в межличностных взаимоотношениях. Кроме того, использование ЭОС обеспечивает реализацию желания студентов к вступлению в новые группы.

2. Для реализации потенциала делового лидерства у обучаемых 3-й группы и повышения качества обучения студентов наиболее многочисленной 4-й группы требуется **применять «конвейерный» метод обучения и модели ЭОС [3]**, используя зависимость студентов 3-й группы от мнения коллектива и высокое чувство долга обучаемых из 4-й группы.

Например, для студентов 3-й группы этот процесс можно представить **в форме успешного пошагового выполнения трудовым коллективом ряда практических учебных задач**. Это позволит повысить самооценку обучаемых, а также сформировать положительное мнение об учебе, что послужит дополнительной мотивацией к обучению.

В то же время для 4-й группы положительного эффекта следует добиваться преимущественно с опорой на контакт «преподаватель — обучаемый» с одновременной компенсацией возможных проблем, обусловленных несовпадением эмоционально-психологических профилей преподавателя и обучаемых. Чувство долга может быть использовано за счет **механик геймификации [16]**, когда успех команды зависит от каждого из обучаемых.

3. Поскольку у большинства студентов выборки наблюдаются практичность мышления, прагматизм, расчетливость, критичность к новым знаниям, можно говорить о том, что восприятие новой интеллектуальной информации обучаемыми всегда проходит оценку с точки зрения ее применимости на практике, а также получения с ее помощью экономической выгоды и возможных сроков ее реализации. При этом оценка эффективности получаемой новой информации производится с опорой на визуальную демонстрацию преподаваемого материала в силу склонности к клиповому мышлению. Поэтому для достижения наибольшей эффективности требуется придерживаться следующих рекомендаций:

- перед подачей лекционного материала по каждой из тем необходимо в обязательном порядке **показывать его место в общей структуре получаемой обучаемыми специальности, а также возможность практического применения получаемых знаний**;
- обязательно указывать взаимосвязи с ранее изученным материалом;
- необходимо уделять особое внимание пользе (выгоде) от изучения предлагаемых знаний с указанием того, как это может послужить профессиональному росту обучаемого;

<sup>1</sup> Корректность использования адаптивной модели ЭОС, созданной для студентов с ОВЗ по слуху [3], применительно к обучению студентов без ограничений обусловлена тем, что входными параметрами для этой системы являются прежде всего эмоционально-психологические профили, определяемые на базе факторного тестирования личности по Р. Кеттелу с последующей кластеризацией.

- изложение материала не должно допускать неоднозначного толкования;
- целесообразно **использовать как можно больше бытовых терминов**, наиболее часто используемых в обычной жизни. Если использование бытовых терминов или их аналогий затруднено или невозможно, то следует **применять подробную графическую иллюстрацию «по шагам»**;
- взаимосвязь с ранее изученным материалом может иллюстрироваться параллельно контролю знаний в игровой форме. Это снимает у студентов барьер, возникший от неудач, и корректирует траекторию обучения;
- следует **активно использовать примеры, которые делают наглядным лекционный материал**;
- изложение математических теорем и свойств необходимо сопровождать численными (практическими) примерами с графическим материалом, который демонстрирует их наглядное применение на практике. **Самое изложение материала должно напоминать в некотором смысле листинг программы для ЭВМ**, то есть носить строгий, директивный, логический и подробный характер.

#### Финансирование

Исследование выполнено за счет средств Российского научного фонда, проект № 22-28-20413. Подробнее см.: <https://rscf.ru/project/22-28-20413/>

#### Funding

The work was supported by the Russian Science Foundation, project No 22-28-20413. For more details: <https://rscf.ru/en/project/22-28-20413/>

#### Список источников / References

1. Силкина Н. С., Соколинский Л. Б. Обзор адаптивных моделей электронного обучения. *Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика*. 2016;5(4):61–76. EDN: WZQWPJ. DOI: 10.14529/cmse160405.
2. Силкина Н. С., Соколинский Л. Б. Структурно-иерархическая дидактическая модель электронного обучения. *Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика*. 2019;8(4):56–83. EDN: GEWVSO. DOI: 10.14529/cmse190405.
3. Силкина Н. С., Соколинский Л. Б. Структурно-иерархическая дидактическая модель электронного обучения. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Computational Mathematics and Software Engineering*. 2019;8(4):56–83. (In Russian.) EDN: GEWVSO. DOI: 10.14529/cmse190405.]
4. Лернер И. М., Кадушкин В. В., Сычев А. С., Дымкова С. С., Кондратьев В. В., Вишнякова И. В. Модель адаптивной педагогической системы обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья по слуху, обучающихся технические специальности. *Высшее образование сегодня*. 2021;(11–12):88–101. EDN: LTQYAQ. DOI: 10.18137/RNU.HET.21.11-12.P.088.

10.18137/RNU.HET.21.11-12.P.088.

[Lerner I. M., Kadushkin V. V., Sychev A. S., Dymkova S. S., Kondratiev V. V., Vishnyakova I. V. Model of adaptive pedagogical learning system students with hearing disabilities mastering technical specialties. *Higher Education Today*. 2021;(11–12):88–101. (In Russian.) EDN: LTQYAQ. DOI: 10.18137/RNU.HET.21.11-12.P.088.]

4. Павличева Е. Н., Жильцов В. А. Использование платформ виртуальной реальности для поддержки принятия решений в многоуровневых образовательных системах. *Научные и технические библиотеки*. 2023;(7):64–81. EDN: CXPKOF. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-7-64-81.

[Pavlicheva E. N., Zhiltsov V. A. Virtual reality platforms to support decision-making in multilevel educational systems. *Scientific and Technical Libraries*. 2023;(7):64–81. (In Russian.) EDN: CXPKOF. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-7-64-81.]

5. Шрайберг Я. Л. Особенности компоненты цифровой трансформации общества, активно влияющие на технологические и поведенческие модели деятельности современных библиотек (Ежегодный доклад Седьмого международного профессионального форума «СОЧИ–2023»). *Научные и технические библиотеки*. 2023;(8):13–84. EDN: FTIDSG. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-8-13-84.

[Shrayberg Ya. L. Special components of society digital transformation to influence technological and behavioral models of modern libraries (Annual report at the Seventh World Professional Forum “SOCHI–2023”). *Scientific and Technical Libraries*. 2023;(8):13–84. (In Russian.) EDN: FTIDSG. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-8-13-84.]

6. Кононова О. В., Прокудин Д. Е. Подход к извлечению, экспликации и представлению контекстного знания при изучении развивающихся междисциплинарных направлений исследований. *International Journal of Open Information Technologies*. 2020;8(1):90–101. EDN: BHANBE.

[Kononova O. V., Prokudin D. E. An approach to the extraction, explication and presentation of contextual knowledge in the study of developing interdisciplinary research areas. *International Journal of Open Information Technologies*. 2020;8(1):90–101. (In Russian.) EDN: BHANBE.]

7. Yoo Y., Henfridsson O., Lyytinen K. Research commentary — The new organizing logic of digital innovation: An agenda for information systems research. *Information Systems Research*. 2010;21(4):724–735. DOI: 10.1287/isre.1100.0322.

8. Graham M., Hjorth I., Lehdonvirta V. Digital labour and development: Impacts of global digital labour platforms and the gig economy on worker livelihoods. *Transfer: European Review of Labour and Research*. 2017;23(2):135–162. DOI: 10.1177/1024258916687250.

9. Карамурзов В. С., Горячко В. В., Зернов В. А. Будущее университетов и университеты будущего (часть I). *Высшее образование сегодня*. 2021;(7–8):2–10. EDN: QBEEGG. DOI: 10.25586/RNU.HET.21.07-08.P.02.

[Karamurзов V. S., Goryachko V. V., Zernov V. A. The future of universities and the universities of the future (part I). *Higher Education Today*. 2021;(7–8):2–10. (In Russian.) EDN: QBEEGG. DOI: 10.25586/RNU.HET.21.07-08.P.02.]

10. Карамурзов В. С., Горячко В. В., Зернов В. А. Будущее университетов и университеты будущего (часть II). *Высшее образование сегодня*. 2021;(9–10):2–14. EDN: SQMLSY. DOI: 10.25586/RNU.HET.21.09-10.P.02.

[Karamurзов V. S., Goryachko V. V., Zernov V. A. The future of universities and the universities of the future (part II). *Higher Education Today*. 2021;(9–10):2–14. (In Russian.) EDN: SQMLSY. DOI: 10.25586/RNU.HET.21.09-10.P.02.]

11. Лакизо И. Г. Современные зарубежные исследования информационных потребностей студентов высших учебных заведений (обзор публикаций). *Научные и технические библиотеки*. 2023;(5):112–132. EDN: DNTBVN. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-5-112-132.

[Lakizo I. G. Modern foreign studies of information needs of students of higher educational institutions (review of publications). *Scientific and Technical Libraries*. 2023;(5):112–132. (In Russian.) EDN: DNTBVN. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-5-112-132.]

12. Howe N., Strauss W. Generations: the history of America's future, 1584 to 2069. Spokane, WA, USA, Quill Publisher; 1991. 538 p.

13. Strauss W., Howe N. The fourth turning. An American prophecy — What the cycles of history tell us about America's next rendezvous with destiny. New York, Broadway Books; 1997. 318 p.

14. Яшкова Е. В., Синева Н. Л., Соколов В. А. Теория поколений: особенности управления сотрудниками в современном мире. *Проблемы современного педагогического образования*. 2021;(70–2):353–357. EDN: FMQAMH.

[Yashkova E. V., Sineva N. L., Sokolov V. A. Generational theory: Features of employee management in the modern world. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2021;(70–2):353–357. (In Russian.) EDN: FMQAMH.]

15. Солнцева А. В. Теория поколений и коммуникационный менеджмент. *PR и реклама в изменяющемся мире: региональный аспект*. 2007;(5):80–85. EDN: SCJEFB.

[Solntseva A. V. Generation theory and communication management. *PR and Advertising in a Changing World: Regional Aspect*. 2007;(5):80–85. (In Russian.) EDN: SCJEFB.]

16. Акчелов Е. О., Галанина Е. В. Новый подход к геймификации в образовании. *Векторы благополучия: экономика и социум*. 2019;(1(32)):117–132. EDN: WCLINK.

[Akchelov E. O., Galanina E. V. New approach to gamification in education. *Journal of Wellbeing Technologies*. 2019;(1(32)):117–132. (In Russian.) EDN: WCLINK.]

17. Вербах К., Хантер Д. Вовлекай и властвуй. Игровое мышление на службе бизнеса. М.: Манн, Иванов и Фербер; 2015. 224 с.

[Werbach K., Hunter D. Engage and empower. Game thinking in the service of business. Moscow, Mann, Ivanov & Ferber; 2015. 224 p. (In Russian.)]

18. Капустина А. Н. Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла. Санкт-Петербург: Речь; 2001. 112 с.

[Kapustina A. N. Multifactorial personality method by R. Cattell. Saint Petersburg, Rech; 2001. 112 p. (In Russian.)]

19. Ван С. Исследование построения университетской интеллектуальной библиотеки на основе микросервисной архитектуры. *Наука и бизнес: пути развития*. 2022;(1(127)):8–11. EDN: TAERHK.

[Wang X. Research on the construction of a university intellectual library based on micro-service architecture. *Science and Business: Development Ways*. 2022;(1(127)):8–11. (In Russian.) EDN: TAERHK.]

20. Вершинин В. Е. Разработка рекуррентно-сверточной нейросетевой модели для оценки эмоциональной окраски текста. *Известия Института инженерной физики*. 2022;(3(65)):56–59. EDN: DVPZIE.

[Vershinin V. E. Developing recurrent convolutional neuronet model for text sentiment analysis. *Izvestiya Instituta Inzhenernoy Fiziki*. 2022;(3(65)):56–59. (In Russian.) EDN: DVPZIE.]

21. Lerner I. M., Kondratyev V. V., Kadushkin V. V., Shushpanov V. V., Vishnyakova I. V. Information technologies in the formation of clusters of perception of information in students with hearing impairments. *Informatika and Education*. 2019;(8(307)):57–63. EDN: QQESZI. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-8-57-63.

#### Информация об авторах

Лернер Илья Михайлович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры нанотехнологий в электронике, Институт радиоэлектроники, фотоники и цифровых технологий, Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5788-3113>; *e-mail*: aviap@mail.ru

Байков Федор Юрьевич, младший научный сотрудник управления координации научных исследований, Государственный университет управления, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3236-1869>; *e-mail*: v999em@list.ru

Карелина Екатерина Александровна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры мировой экономики и международных экономических отношений, Институт экономики и финансов, Государственный университет управления, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8402-4215>; *e-mail*: ea\_karelina1989@guu.ru

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

Сычев Александр Сергеевич, ассистент кафедры нанотехнологий в электронике, Институт радиоэлектроники, фотоники и цифровых технологий, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0007-8251-8565>; *e-mail*: theratkin@gmail.com

Дымкова Светлана Сергеевна, канд. тех. наук, зам. начальника отдела организации научной работы и публикационной активности, научно-исследовательская часть, Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1945-9850>; *e-mail*: t-comm@yandex.ru

#### Information about the authors

Iya M. Lerner, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor at the Nanotechnologies in Electronics Department, Institute of Radio Electronics, Photonics and Digital Technologies, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5788-3113>; *e-mail*: aviap@mail.ru

Fedor Yu. Baykov, Junior Researcher at the Research Coordination Department, State University of Management, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3236-1869>; *e-mail*: v999em@list.ru

Ekaterina A. Karelina, Candidate of Sciences (Economics), Docent, Associate Professor at the Department of World Economy and International Economic Relations, Institute of Economics and Finance, State University of Management, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8402-4215>; *e-mail*: ea\_karelina1989@guu.ru

Sergey G. Grigoriev, Corresponding Member of 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

Alexander S. Sychev, Assistant at the Nanotechnologies in Electronics Department, Institute of Radio Electronics, Photonics and Digital Technologies, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0007-8251-8565>; *e-mail*: theratkin@gmail.com

Svetlana S. Dymkova, Candidate of Science (Engineering), Deputy Head of the Department of Organization of Scientific Work and Publication Activity, Research Unit, Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1945-9850>; *e-mail*: t-comm@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received: 09.10.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 30.10.23.

Принята к печати / Accepted: 31.10.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-14-20

# ПОДГОТОВКА КАДРОВ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ: ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ЧУВАШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ И. Н. УЛЬЯНОВА РАБОТЕ С «1С:ERP УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ»

А. И. Минеев<sup>1</sup> ✉, Н. В. Морозова<sup>1</sup>, М. В. Львова<sup>1</sup>, А. А. Шаронова<sup>2</sup><sup>1</sup> Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия<sup>2</sup> Фирма «1С», г. Москва, Россия

✉ minalig@inbox.ru

## Аннотация

В условиях модернизации системы образования в России и дефицита кадров в ИТ-отрасли возникла острая необходимость в выпуске грамотных специалистов (что является прямой задачей вузов), а также в постоянном совершенствовании их профессиональных ИТ-компетенций и сохранении специалистов в регионах (что становится задачей регулярного сотрудничества вузов и работодателей).

Пристальное внимание со стороны работодателей обращено к выпускникам вузов, имеющим опыт работы с ERP-системами, предназначенными для автоматизации бизнес-процессов компании. В ситуации импортозамещения наибольшим спросом среди предприятий пользуются отечественные ERP-системы, среди которых лидирующую позицию занимает «1С:ERP Управление предприятием». Изучение этого программного продукта в вузе становится залогом успеха в поиске работы.

Особенности подготовки квалифицированных ИТ-кадров посредством обучения работе с «1С:ERP Управление предприятием» в Чувашском государственном университете имени И. Н. Ульянова рассмотрены на примере двух направлений подготовки бакалавриата — «Экономика» и «Бизнес-информатика». Представлена последовательность работы студентов и преподавателей с программными продуктами «1С», виды дисциплин и модулей. Использование облачных технологий дает студентам возможность свободного доступа к учебным материалам «1С», бесплатного подключения к информационным базам «1С», а преподавателям — удобный способ контроля за работой студентов.

**Ключевые слова:** «1С:ERP Управление предприятием» («1С:ERP»), подготовка кадров, цифровая экономика, межфакультетская базовая лаборатория 1С, ЧувГУ.

## Для цитирования:

Минеев А. И., Морозова Н. В., Львова М. В., Шаронова А. А. Подготовка кадров в условиях развития цифровой экономики: опыт обучения студентов Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова работе с «1С:ERP Управление предприятием». *Информатика и образование*. 2023;38(6):14–20. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-14-20.

## PROFESSIONAL TRAINING IN THE DIGITAL ECONOMY DEVELOPMENT: EXPERIENCE OF TRAINING STUDENTS OF I. N. ULIANOV CHUVASH STATE UNIVERSITY TO WORK WITH "1С:ERP ENTERPRISE MANAGEMENT"

A. I. Mineev<sup>1</sup> ✉, N. V. Morozova<sup>1</sup>, M. V. Lvova<sup>1</sup>, A. A. Sharonova<sup>2</sup><sup>1</sup> I. N. Ulianov Chuvash State University, Cheboksary, The Chuvash Republic, Russia<sup>2</sup> 1С Company, Moscow, Russia

✉ minalig@inbox.ru

## Abstract

In the context of the modernization of the education system in Russia and the shortage of personnel in the IT industry, there is an urgent need to graduate competent specialists, which is the direct task of universities, as well as to constantly improve their professional IT competencies and retain specialists in the regions, which becomes the task of regular cooperation between universities and employers.

© Минеев А. И., Морозова Н. В., Львова М. В., Шаронова А. А., 2023

Close attention of employers is paid to university graduates who have experience in working with ERP systems designed to automate the company's business processes. In the situation of import substitution, the greatest demand among enterprises is for domestic ERP systems, among which the leading position is occupied by "1C:ERP Enterprise Management". Studying this software product at university becomes the key to success in finding a job.

The peculiarities of training qualified IT personnel by teaching "1C:ERP Enterprise Management" at the I. N. Ulianov Chuvash State University are considered the example of two bachelor's degree programs — "Economics" and "Business Informatics". The sequence of students' and teachers' work with "1C" software products, types of disciplines, and modules is presented. The use of cloud technologies gives students free access to 1C educational materials, free connection to 1C information bases, and teachers — a convenient way to control the work of students.

**Keywords:** 1C:ERP Enterprise Management (1C:ERP), professional training, digital economy, 1C Interfaculty Core Laboratory, ChuvSU.

**For citation:**

Mineev A. I., Morozova N. V., Lvova M. V., Sharonova A. A. Professional training in the digital economy development: Experience of training students of I. N. Ulianov Chuvash State University to work with "1C:ERP Enterprise Management". *Informatics and Education*. 2023;38(6):14–20. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-14-20.

## 1. Введение

В современных реалиях реформирования образования в России возникает явная необходимость в переоценке имеющихся образовательных траекторий и акцентировании внимания на подготовке профессиональных кадров в области цифровой экономики [1–3]. Именно для этого в стране был запущен федеральный проект «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», который «реализуется в рамках перечня инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года <...> и направлен на создание возможностей для формирования востребованных рынком труда цифровых компетенций»<sup>1</sup>. Федеральный проект способствует формированию у молодого поколения цифровых компетенций начиная со старших классов общеобразовательных учебных учреждений, а также минимизирует разрыв между требованиями работодателей и уровнем кандидатов в области ИТ.

Несмотря на государственные приоритеты, широкий круг учебных заведений страны и разнообразие специальностей, которые в них можно получить, в отечественной экономике наблюдается дефицит молодых и перспективных кадров. Названная тенденция прослеживается в разных сферах, но особенно в сфере ИТ. Поэтому в России с 2023 года намечено увеличение бюджетных мест при приеме в высшие учебные заведения по ИТ-направлениям<sup>2</sup>. Отдельные проблемы подготовки кадров для цифровой экономики неоднократно становились объектом изучения специалистов разных областей научного знания [4–6]. Особое внимание ученые уделяют вопросам практико-ориентированного обучения студентов, более тесного взаимодействия обучающихся и компа-

ний-работодателей, создания и деятельности базовых кафедр и лабораторий в российских вузах [7–11].

Премьер-министр РФ М. В. Мишустин, обращаясь к государственным органам власти, крупным компаниям, разработчикам ИТ-решений и технологий на Международном форуме Kazan Digital Week-2023, заострил внимание на развитии ИТ-отрасли в стране и подготовке современных кадров: «Все вместе вы предлагаете идеи по повышению технологического уровня развития российской экономики»<sup>3</sup>.

Сознавая нехватку кадров, государство планирует наращивать темпы их подготовки. Отметим, что особенно остро эта проблема стоит в регионах, откуда специалисты, получившие достойное образование, уезжают: они стремятся найти более перспективные варианты трудоустройства в мегаполисах страны. Поэтому важным является поиск решения по сохранению специалистов в регионах, а также по расширению их профессиональных компетенций, что становится неотъемлемой частью работы высшей школы.

## 2. Методы исследования

Статья базируется на общенаучных и специальных научных методах исследования. В основу статьи легли метод научного анализа, принцип научной объективности и системный подход. Они предполагают изучение явлений и процессов в динамике, выявление происходивших изменений во времени, в закономерном развитии и предусматривают анализ объектов исследования в связи с конкретными условиями их существования. Реализация исследования была бы невозможна без применения этих методов: общих (анализ и синтез, индукция и дедукция) и специальных (структурно-исторический, системный подход). Наряду с этим в рамках подготовки статьи ее авторы опирались на деятельностный подход, позволивший изучать формирование профессионально значимых универсальных компетенций в процессе проектной и практико-ориентированной деятельности, а также компетентностный подход,

<sup>1</sup> Федеральный проект «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли». *Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации*. 07.02.2023. <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/1085/>

<sup>2</sup> Майер А. Российские вузы удвоят бюджетные места по ИТ-специальностям на 2023 год. Компании предпочли бы нанимать на работу дипломированных сотрудников, а не самоучек. *Ведомости*. 06.02.2023. <https://www.vedomosti.ru/career/articles/2023/02/06/961732-vuzi-udvoyat-byudzhetnie-mesta-po-it-spetsialnostyam>

<sup>3</sup> Игнатъева Л., Демина Т. Михаил Мишустин поприветствовал участников Kazan Digital Week-2023. *Реальное время*. 20.09.2023. <https://realnoevremya.ru/news/291220-mihail-mishustin-obratilsya-k-uchastnikam-kazan-digital-week---2023>

в рамках которого универсальные навыки будущих ИТ-специалистов рассматриваются как база дальнейшего развития профессиональной компетентности.

### 3. Применение технологий 1С в учебном процессе Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова

Плотное взаимодействие фирмы «1С» и Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова (ЧувГУ) началось в 1997 году, когда был заключен договор о сотрудничестве. За длительный период совместной работы на базе ЧувГУ были созданы и функционируют:

- авторизованный центр 1С<sup>1</sup>;
- авторизованный центр сертификации по программным продуктам фирмы «1С»<sup>2</sup>.

В рамках действующего договора о сотрудничестве с образовательными организациями в вузе ежегодно обновляется лицензия информационно-технологического сопровождения «1С:Предприятия» для учебных заведений — «1С:КП ПРОФ УЗ», позволяющая использовать в учебном процессе актуальные версии программных продуктов «1С». Лицензия информационно-технологического сопровождения для учебных заведений (ИТС УЗ) поставляется вузам бесплатно и предназначена для комплексной поддержки образовательной деятельности, ориентированной на подготовку молодых специалистов в области экономики, управления и ИТ-технологий.

В последние два года наибольшую остроту приобрел вопрос импортозамещения в области информационных технологий, что обнаружило нехватку ИТ-специалистов на российских предприятиях. Поэтому организации-работодатели были вынуждены реагировать на вызовы времени и создавать новые условия для привлечения на работу молодых специалистов. 17 марта 2022 года состоялось подписание соглашения о стратегическом партнерстве между ЧувГУ, фирмой «1С» и компанией «Лидер софт — внедренческий центр» (ЛСВЦ). Предметом данного соглашения стало сотрудничество в целях специализированной подготовки студентов университета в области разработки, внедрения и эксплуатации программного обеспечения на платформе «1С:Предприятие» и продуктов «1С» [12]. В рамках соглашения *была создана межфакультетская*

#### *базовая лаборатория 1С, охватывающая деятельность трех факультетов ЧувГУ.*

Лаборатория стала учебно-научно-производственным структурным подразделением ЧувГУ, обеспечивающим проведение учебной, методической, научно-исследовательской и воспитательной работы совместно с фирмой «1С» и ЛСВЦ. *Важным направлением взаимодействия ЧувГУ и ЛСВЦ стало обучение студентов по целевому договору*, что позволяет молодым людям заранее определиться с профессиональной деятельностью, а организации-работодателю быть уверенной в компетенциях перспективного сотрудника [10, 11, 13, 14]. В 2022–2023 годах в рамках работы лаборатории десять человек поступили в ЧувГУ на основе договоров о целевом обучении с ЛСВЦ. Компания гарантирует целевикам трудоустройство, обеспечивает их местом практической подготовки в процессе обучения в вузе и, что немаловажно, материальной поддержкой в виде специальной ежемесячной стипендии по результатам сессий [12].

*На базе лаборатории студенты ЧувГУ проходят производственную и преддипломную практику (начиная со 2-го курса), а также стажировку* (см. рис.). Это позволяет студентам не просто погрузиться в работу организации, но и продемонстрировать свои возможности, поскольку молодые люди включаются в реальные проекты автоматизации, реализуемые компанией ЛСВЦ.

Лучшие дипломные работы, раскрывающие применение технологий 1С, ежегодно становятся лауреатами Международного конкурса выпускных квалификационных работ с использованием программных продуктов «1С» (конкурс ВКР). Этот конкурс — одна из наиболее существенных форм взаимодействия фирмы «1С» со студенческой молодежью. Первый конкурс ВКР прошел в 2007 году и с тех пор проводится на регулярной основе, охватывая большое число участников как из России, так и из зарубежных стран. Студенты ЧувГУ являются ежегодными участниками конкурса ВКР [15]. Его проведение позволяет:

- повысить качество подготовки молодых специалистов;
- привлечь внимание педагогов вузов и студентов-выпускников к платформе «1С:Предприятие»;
- поощрить руководителей практики и перспективных выпускников — будущих специалистов ИТ-индустрии.

Важным направлением по применению технологий 1С в учебном процессе ЧувГУ является совершенствование профессиональных компетенций профессорско-преподавательского состава. *Одним*

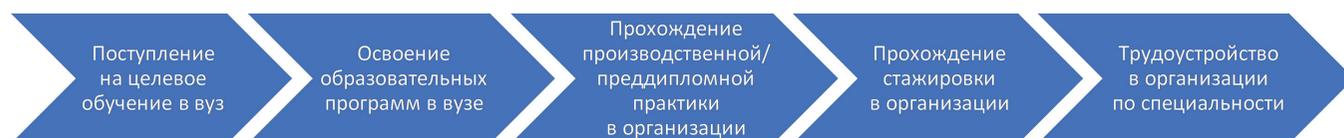


Рис. Этапы образовательного роста молодого специалиста в области технологий 1С

Fig. Stages of educational growth of a young specialist in the field of 1C technologies

из действенных механизмов повышения квалификации преподавателей является образовательная программа фирмы «1С» «Легкий старт»<sup>1</sup>. За 2022–2023 годы 67 преподавателей и сотрудников ЧувГУ повысили квалификацию в области освоения программных продуктов «1С».

## 4. Изучение ERP-систем в вузе: перспективы и опыт

### 4.1. ERP-системы в современной России: потребности рынка

В настоящее время на рынке труда наибольшим спросом пользуются выпускники вузов, не только знающие управленческий инструментарий, но и умеющие работать с программным обеспечением, имеющие навыки по планированию ресурсов предприятия. Спектр этих знаний, умений и навыков позволяет молодым специалистам справляться с деятельностью по использованию сложных систем планирования ресурсов предприятия (*англ.* Enterprise Resource Planning, ERP-система).

ERP-система — это набор программ для автоматизации бизнес-процессов компании. Основным назначением ERP-систем является повышение общей производительности предприятия за счет сокращения количества «ручных» операций, сбора и аккумуляции данных и упорядочивания бизнес-процессов внутри компании. «Если раньше компании концентрировали свои усилия на двух ключевых блоках: финансовом и операционном, то современная ERP-система — это комплексное решение для автоматизации управления всеми бизнес-процессами в одной программе: финансами, персоналом, поставками, взаимоотношениями с клиентами, маркетингом и регламентированным учетом»<sup>2</sup>.

В современных условиях все больше организаций и крупных предприятий приходят к пониманию, что для ведения успешного, а главное, прибыльного бизнеса необходимо грамотное и своевременное распределение ресурсов между всеми подразделениями. Поэтому масштабы внедрения ERP-систем в современной экономике нарастают. Согласно прогнозам экспертов рынка программного обеспечения, «объем глобального рынка ERP-решений к 2026 году достигнет 78,4 млрд долларов, а среднегодовой темп роста с 2019 по 2026 год составит 10,2 %»<sup>3</sup>.

Образовательные учреждения вынуждены реагировать на запрос работодателей. Выбор специализированного программного обеспечения и целесообразность обучения студентов работе с программным продуктом вызывает немало споров и дискуссий среди педагогов и практиков [16–20]. Во многом это

связано с уходом крупных вендоров ERP-систем с российского рынка и прекращением сервисной поддержки. Однако данная тенденция стала драйвером для перехода предприятий на отечественные ERP-системы, где лидером по числу предпочтений является «1С:ERP Управление предприятием» («1С:ERP»). Так, с 16 мая по 14 июня 2022 года команда SAPLAND провела опрос представителей российских компаний, использующих в работе решения SAP ERP (Германия). Опрос показал, что «подавляющее большинство респондентов (64 %) видит «1С:ERP» как систему, способную частично или полностью заменить SAP в случае необходимости»<sup>4</sup>.

По оценкам компании «Эдит про», распределение долей ключевых игроков на российском рынке ERP в 2021 году выглядело следующим образом: SAP — 45 %, «1С» — 40 %, Microsoft — 10 %, Oracle — 7 %, «Галактика» — 5 %. При этом часть крупных компаний работала одновременно с решениями иностранных вендоров и «1С». С учетом современной международной обстановки ситуация явно меняется в пользу фирмы «1С», к 2024 году доля компании на рынке ERP может вырасти до 75 %, а остальные его части займут другие российские разработчики: «Галактика», «Парус» и «Компас»<sup>5</sup>.

Приоритетной задачей высших учебных заведений страны в условиях стремительно меняющейся политической и экономической ситуации является подготовка востребованных выпускников, способных оперативно и эффективно решать возникающие проблемы. Неслучайно с учетом требований времени в рабочие программы дисциплин различных направлений подготовки экономического факультета ЧувГУ было включено изучение программы «1С:ERP» или ее отдельных модулей.

Доступность ERP-системы фирмы «1С» имеет немаловажное значение для применения в учебной деятельности. Преподаватели экономического факультета ЧувГУ активно используют облачные сервисы с возможностями бесплатного подключения студентов к информационным базам и свободного доступа к учебным материалам, разработанным ведущими специалистами фирмы «1С». Облачные технологии также позволяют преподавателям контролировать выполнение заданий студентами.

### 4.2. "1С:ERP Управление предприятием" в программе Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова: дисциплины и модули

Рассмотрим более детально опыт обучения студентов ЧувГУ работе с ERP-системой фирмы «1С»

<sup>1</sup> Подробнее об образовательной программе «Легкий старт» см. [12].

<sup>2</sup> Что такое ERP-система. *Первый Бум*. 01.11.2021. <https://www.1cbit.ru/blog/chto-takoe-erp-sistema/>

<sup>3</sup> Roul R. 60 must-know ERP statistics before making a buying decision. 22.01.2021. <https://learn.g2.com/erp-statistics>

<sup>4</sup> Перспективы развития SAP-систем в России. *SAP Professional Journal России*. 07.07.2022. <https://sappro.sapland.ru/kb/articles/stats/perspektivi-razvitiya-sap-sistem-v-rossii.html>

<sup>5</sup> Кичко Д. Интеграция по-русски. Как отечественные ERP-системы заменят зарубежные. *Ведомости*. 21.03.2022. <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2022/03/20/914323-integratsiya-po-russki>

на примере двух направлений подготовки бакалавриата — «Экономика» и «Бизнес-информатика». Заметим, что ERP-система является довольно сложной и для разных направлений подготовки проблема ее освоения решается по-разному.

Перед освоением программы «1С:ERP» *студенты направлений «Экономика» и «Бизнес-информатика» в рамках дисциплины «Информационные технологии и искусственный интеллект в экономике и управлении»*, изучаемой в первом и втором семестрах, активно *работают с простыми для освоения типовыми конфигурациями программ фирмы «1С», в частности, с конфигурацией «1С:Бухгалтерия 8»*. Изучение этой дисциплины продолжительностью два семестра у всех профилей направлений «Экономика» и «Бизнес-информатика» позволяет обучающимся приобрести навыки работы со справочниками, документами, регистрами сведений и регистрами накопления, отчетами и т. д., а в дальнейшем — существенно сократить количество ошибок, допускаемых при работе с ERP-системой. Лекционные занятия сконцентрированы на изучении особенностей настройки ERP-системы.

*Для углубленного изучения конфигурации «1С:ERP» и формирования у обучающихся навыков практической работы с ней в учебный план направления «Экономика»* профиля «Учет и контроль в управлении организацией» *введена дисциплина «1С: лабораторный практикум»* продолжительностью 2 семестра. В рабочую программу дисциплины включены следующие модули:

- «Ведение регламентированного учета в прикладном решении «1С:ERP»»;
- «Порядок формирования регламентированной отчетности в прикладном решении «1С:ERP»»;
- «Основы оперативно-производственного планирования с использованием информационной системы «1С:ERP»».

Выполнение лабораторного практикума в облачной версии конфигурации «1С:ERP» является хорошей базой для приобретения знаний в области автоматизации управленческого, финансового и налогового видов учета.

Использование таких передовых разработок и новейших информационных технологий в процессе обучения в вузе позволяет будущим специалистам быть конкурентоспособными.

Одним из перспективных направлений подготовки кадров на экономическом факультете ЧувГУ является «Бизнес-информатика». Компетенции бакалавров по бизнес-информатике находятся на стыке наук, а процесс обучения основывается на интеграции научных знаний из экономики, информационных технологий, менеджмента и права в рамках единого междисциплинарного подхода. Такая интеграция позволяет подходить к решению ключевых экономических задач, стоящих перед организацией (например, оптимизация бизнес-процессов, анализ финансово-экономических показателей, исследование рынка и др.), с помощью новейших информаци-

онных технологий. Выпускники программы — востребованные специалисты ИТ-сферы: системные архитекторы, бизнес-аналитики, ИТ-менеджеры, ИТ-консультанты, руководители ИТ-проектов, специалисты по продажам и развитию бизнеса.

*Студенты направления «Бизнес-информатика» продолжают приобретать знания и навыки работы с ERP-системой в рамках дисциплин «Архитектура предприятия» (5-й семестр) и «Управление жизненным циклом информационных систем» (7-й семестр).*

В рамках дисциплины «Архитектура предприятия» обучающиеся знакомятся с:

- подсистемой управления складом и запасами;
- подсистемой управления персоналом;
- подсистемой расчета заработной платы;
- системой управления основными данными.

По дисциплине «Управление жизненным циклом информационных систем» студенты изучают типовой функционал универсальных технологических справочников ERP-систем, куда входят технологические операции, технологические маршруты, данные для материального и трудового нормирования.

По итогам освоения дисциплин учебного плана направления бакалавриата «Бизнес-информатика» студенты:

- уверенно владеют современными подходами и принципами архитектурного проектирования сложных информационных систем, выбора структуры прикладных средств автоматизированного управления цифровыми производствами и предприятиями;
- умеют формировать требования к разработке сложных информационных систем и структуры прикладных средств автоматизированного управления цифровыми производствами и предприятиями.

## 5. Выводы

В условиях модернизации системы образования в России возникает явная необходимость в переоценке имеющихся образовательных траекторий и акцентировании внимания на подготовке специалистов для цифровой экономики. Несмотря на государственные приоритеты в развитии экономики и образования, имеется дефицит молодых и перспективных кадров, особенно в области ИТ. Поэтому необходимо найти способы по увеличению профессиональных компетенций ИТ-специалистов и по созданию привлекательных рабочих мест для них в регионах.

Наибольший интерес со стороны работодателей вызывают молодые специалисты, имеющие опыт работы с ERP-системами, предназначенными для автоматизации бизнес-процессов компании. В настоящее время наибольшим спросом среди предприятий пользуются отечественные ERP-системы, среди которых лидирующую позицию занимает «1С». Изучение данного программного продукта в вузе становится залогом успеха выпускников при трудоустройстве.

ЧувГУ, имеющий многолетний опыт сотрудничества с фирмой «1С», ведет обучение студентов работе с системой «1С:ERP» по двум направлениям подготовки бакалавриата — «Экономика» и «Бизнес-информатика». Результатами успешной подготовки кадров ЧувГУ в области технологий 1С являются не только участие студентов в Международном конкурсе выпускных квалификационных работ с использованием программных продуктов «1С», результативная сдача экзамена на получение сертификата «1С:Профессионал», но и трудоустройство выпускников в крупные ИТ-компании и предприятия Чувашии. Основа успеха этой результативной работы — преподаватели-предметники, которые ежегодно проходят повышение квалификации в рамках программы «1С» «Легкий старт» и становятся призерами в конкурсе фирмы «1С» для преподавателей вузов по внедрению учебных дисциплин по тематике внедрения ERP в образовательный процесс высших учебных заведений.

#### Список источников / References

1. Горбунова О. Н., Илларионова О. П. Активные формы профориентационной работы вуза в условиях сетевого взаимодействия «школа — вуз — работодатель». *Школа и производство*. 2022;(2):39–45. EDN: RJWPQU.
- [Gorbunova O. N., Illarionova O. P. Active forms of career guidance work of the university in the conditions of network interaction “school — university — employer”. *School and Industry*. 2022;(2):39–45. (In Russian.) EDN: RJWPQU.]
2. Ганин Д. Г., Гайкалов А. П., Устинова О. Н., Пахомов Ю. М., Волкова Л. М., Даценко А. А. Повышение надежности будущего специалиста через взаимодействие вуза и работодателя. *Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта*. 2021;(11):74–77. EDN: EJQBOZ. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.11.p74-77.
- [Ganin D. G., Gaikalov A. P., Ustinova O. N., Pakhomov Yu. M., Volkova L. M., Datsenko A. A. Improving the reliability of the future specialist through the interaction of the university and employers. *Uchenye Zapiski Universiteta Imeni P. F. Lesgafta*. 2021;(11):74–77. (In Russian.) EDN: EJQBOZ. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.11.p74-77.]
3. Этвев Х. Х., Швиндт А. Н., Фролова О. В., Максимова М. В. Методический подход к формированию матрицы компетенций под запросы цифровой экономики. *Вопросы образования*. 2023;(2):214–240. EDN: NQVXAU. DOI: 10.17323/1814-9545-2023-2-214-240.
- [Etuev Kh. Kh., Shvindt A. N., Frolova O. V., Maksimova M. V. Methodological approach to design a competency matrix for the digital economy. *Education Studies Moscow*. 2023;(2):214–240. (In Russian.) EDN: NQVXAU. DOI: 10.17323/1814-9545-2023-2-214-240.]
4. Шишлова Е. Э. Социокультурная компетентность как показатель качества профессиональной подготовки специалиста. *Высшее образование в России*. 2020;29(5):95–102. EDN: NPTKSC. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-5-95-102.
- [Shishlova E. E. Sociocultural competence as a quality indicator in the professional training of specialists. *Higher Education in Russia*. 2020;29(5):95–102. (In Russian.) EDN: NPTKSC. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-5-95-102.]
5. Замятин А. В., Чучалин А. И. Фундаментальный подход к университетской подготовке ИТ-специалистов. *Высшее образование в России*. 2022;31(2):119–134. EDN: CIFFXO. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-2-119-134.
- [Zamyatin A. V., Chuchalin A. I. Fundamental approach to university education and training of IT professionals. *Higher Education in Russia*. 2022;31(2):119–134. (In Russian.) EDN: CIFFXO. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-2-119-134.]
6. Дуго С. М., Нуралиев Б. Г. Особенности взаимодействия индустрии информационных технологий с системой образования в эпоху цифровой экономики. *Информатика и образование*. 2019;(3(302)):5–16. EDN: ZEUIWF. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-3-5-16.
- [Digo S. M., Nuraliev B. G. Features of collaboration of the IT industry and the education system in the digital economy age. *Informatics and Education*. 2019;(3(302)):5–16. (In Russian.) EDN: ZEUIWF. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-3-5-16.]
7. Дильмухаметова А. А. Государственная программа РФ во взаимосвязи «студент — вуз — работодатель». *Science Time*. 2014;(8):86–92. EDN: TPGKRR.
- [Dilmukhametova A. A. State program of the Russian Federation in the relationship “student — university — employer”. *Science Time*. 2014;(8):86–92. (In Russian.) EDN: TPGKRR.]
8. Андреев И. А., Иевлев О. П., Зыков А. С. Опыт создания базовой кафедры «Корпоративные информационные системы» в Московском техническом университете связи и информатики. *Информатика и образование*. 2018;(3(292)):20–21. EDN: RTFBST.
- [Andreev I. A., Ievlev O. P., Zykov A. S. Experience of creating the corporate department “Corporate information systems” at the Moscow Technical University of Communications and Informatics. *Informatics and Education*. 2018;(3(292)):20–21. (In Russian.) EDN: RTFBST.]
9. Бузюков Л. Б., Окунева Д. В., Власюк Ю. С. Целевая подготовка специалистов путем создания базовых кафедр (на примере взаимодействия СПбГУТ и компании «1С:Северо-Запад»). *Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XXIII международной научно-методической конференции*. СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; 2017;1:32–35. EDN: YRBZHF.
- [Buziukov L. B., Okuneva D. V., Vlasiuk I. S. Targeted training through the establishment of basic departments (interaction of “1С:North West” and SUT). *Modern Education: Content, Technology, Quality. Proc. XXIII Int. Scientific and Methodological Conf.* Saint Petersburg, Saint Petersburg Electrotechnical University (“LETI”); 2017;1:32–35. (In Russian.) EDN: YRBZHF.]
10. Дошчанникова О. А., Филиппов Ю. Н., Богомолова Е. С., Хлапов А. Л. К вопросу о совершенствовании механизмов целевой подготовки студентов медицинского вуза. *Высшее образование в России*. 2017;(12):46–53. EDN: ZXJGFL.
- [Doshchannikova O. A., Filippov Yu. N., Bogomolova E. S., Hlapov A. L. To the question of improving mechanisms of targeted training of medical students. *Higher Education in Russia*. 2017;(12):46–53. (In Russian.) EDN: ZXJGFL.]
11. Эзрох Ю. С. Целевой прием в российские вузы: текущее состояние, проблемы и пути их решения. *Высшее образование в России*. 2022;31(3):9–27. EDN: RURMKH. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-3-9-27.
- [Ezrokh Yu. S. Targeted enrollment in Russian universities: Current state, problems and solutions. *Higher Education in Russia*. 2022;31(3):9–27. (In Russian.) EDN: RURMKH. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-3-9-27.]
12. Минеев А. И., Шаронова А. А., Щипцова А. В., Мандракова М. В. Сотрудничество работодателя и вуза: межфакультетская лаборатория 1С Чувашского государственного университета им. И. Н. Ульянова. *Информатика и образование*. 2023;38(3):24–30. EDN: LBXCER. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-24-30.
- [Mineev A. I., Sharonova A. A., Shchiptsova A. V., Mandrakova M. V. Employer-university cooperation: 1C inter-

faculty laboratory of I. N. Ulyanov Chuvash State University. *Informatics and Education*. 2023;38(3):24–30. (In Russian.) EDN: LBXCER. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-24-30.]

13. Бакулина С. С., Музыченко Е. А., Чернокутов В. Е. Целевой прием в современных условиях. *Высшее образование в России*. 2011;(8–9):14–22. EDN: OFAPRN.

[Bakulina S. S., Muzychenko E. A., Chernokutov V. E. Purpose entry in modern conditions. *Higher Education in Russia*. 2011;(8–9):14–22. (In Russian.) EDN: OFAPRN.]

14. Chekaleva N. V., Makarova N. S., Drobotenko Yu. B., Vetter I. V. Pedagogical university-supervised chair in schools as a means for educational transfer. *Psychological Science and Education*. 2018;23(1):117–125. EDN: YUDRRG. DOI: 10.17759/pse.2018230110.

15. Новожилова Н. В. Проблемы подготовки выпускных квалификационных работ бакалаврами направления «Бизнес-информатика» для участия в конкурсе дипломных проектов с использованием программных продуктов «1С». *Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XVIII Международной научно-практической конференции «Применение технологий 1С для развития компетенций цифровой экономики»*. М.: 1С-Паблишинг; 2018;1:526–528. EDN: YMUEAN.

[Novozhilova N. V. Problems met during preparation of final qualifying works by bachelors of “Business Information Science” intended for participation in the competition of graduation projects using 1C products. *New Information Technologies in Education. Proc. of the XVIII Int. Scientific and Research Conf. “1C Technologies application for Digital Economy Competence Development”*. Moscow, 1C-Publishing; 2018;1:526–528. (In Russian.) EDN: YMUEAN.]

16. Шитова Т. Ф. Формирование опыта управленческой деятельности у студентов вуза с помощью современных ERP-систем. *Информатика и образование*. 2018;(7(296)):27–34. EDN: YKXBEL. DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-7-27-34.

[Shitova T. F. Forming experience of management activity at students of university with the help of modern ERP systems. *Informatics and Education*. 2018;(7(296)):27–34. (In Russian.) EDN: YKXBEL. DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-7-27-34.]

17. Баран В. И., Баран Е. П. Использование конфигурации «1С:ERP Управление предприятием 2» при обучении бакалавров экономических специальностей. *Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XIX Международной научно-практической конференции «Использование технологий 1С в образовании и их применение для развития кадрового потенциала цифровой экономики»*. М.: 1С-Паблишинг; 2019;1:353–354. EDN: YVGOLZ.

[Baran V. I., Baran E. P. Using 1C:ERP Enterprise Management 2 for training bachelors of economic specialties. *New Information Technologies in Education. Proc. XIX Int. Scientific and Research Conf. “Using 1C Technologies for Educational Purposes and for Human Resource Development in Digital Economy”*. Moscow, 1C-Publishing; 2019;1:353–354. (In Russian.) EDN: YVGOLZ.]

18. Степанова М. Г. Исследование возможностей системы 1С:ERP для использования при подготовке специалистов. *Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XIX Международной научно-практической конференции «Использование технологий 1С в образовании и их применение для развития кадрового потенциала цифровой экономики»*. М.: 1С-Паблишинг; 2019;1:485–487. EDN: YVGOYX.

[Stepanova M. G. Study of 1C:ERP capabilities for training of specialists. *New Information Technologies in Education. Proc. XIX Int. Scientific and Research Conf. “Using*

*1C Technologies for Educational Purposes and for Human Resource Development in Digital Economy”*. Moscow, 1C-Publishing; 2019;1:485–487. (In Russian.) EDN: YVGOYX.]

19. Шитова Т. Ф. Обучение студентов управленческих специальностей программным продуктам фирмы «1С». *Информатика и образование*. 2019;(7(306)):23–31. EDN: EUTJAB. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-7-23-31.

[Shitova T. F. The training of students — future managers to use “1C” software products. *Informatics and Education*. 2019;(7(306)):23–31. (In Russian.) EDN: EUTJAB. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-7-23-31.]

20. Шитова Т. Ф. Подготовка студентов вузов в соответствии с требованиями цифровой экономики. *Информатика и образование*. 2020;(8(317)):37–44. EDN: OOAAZP. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-8-37-44.

[Shitova T. F. Preparing university students in accordance with the requirements of digital economy. *Informatics and Education*. 2020;(8(317)):37–44. (In Russian.) EDN: OOAAZP. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-8-37-44.]

#### Информация об авторах

**Минеев Алексей Игоревич**, канд. ист. наук, зав. межфакультетской базовой лабораторией 1С, Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5791-6210>; *e-mail*: [minalig@inbox.ru](mailto:minalig@inbox.ru)

**Шаронова Алена Альфредовна**, куратор направления по работе с учебными заведениями и студенчеством, фирма «1С», г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0003-8438-2279>; *e-mail*: [ashar@1c.ru](mailto:ashar@1c.ru)

**Морозова Наталья Витальевна**, канд. экон. наук, доцент, декан экономического факультета, зав. кафедрой государственного и муниципального управления и региональной экономики, Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7284-7660>; *e-mail*: [morozovanw@mail.ru](mailto:morozovanw@mail.ru)

**Львова Марина Вячеславовна**, канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой бухгалтерского учета и электронного бизнеса, экономический факультет, Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5472-830X>; *e-mail*: [lvova-marina@mail.ru](mailto:lvova-marina@mail.ru)

#### Information about the authors

**Alexey I. Mineev**, Candidate of Sciences (History), Head of Interfaculty Basic Laboratory 1C, I. N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, The Chuvash Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5791-6210>; *e-mail*: [minalig@inbox.ru](mailto:minalig@inbox.ru)

**Alena A. Sharonova**, Curator of the Direction of Work with Educational Institutions and Students, 1C Company, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0003-8438-2279>; *e-mail*: [ashar@1c.ru](mailto:ashar@1c.ru)

**Natalia V. Morozova**, Candidate of Sciences (Economics), Docent, Dean of the Faculty of Economics, Head of the Department of State and Municipal Management and Regional Economics, I. N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, The Chuvash Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7284-7660>; *e-mail*: [morozovanw@mail.ru](mailto:morozovanw@mail.ru)

**Marina V. Lvova**, Candidate of Sciences (Economics), Docent, Head of the Department of Accounting and Electronic Business, Faculty of Economics, I. N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, The Chuvash Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5472-830X>; *e-mail*: [lvova-marina@mail.ru](mailto:lvova-marina@mail.ru)

*Поступила в редакцию / Received*: 26.10.23.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 11.11.23.

*Принята к печати / Accepted*: 14.11.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-21-31

# ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ ПО СЛУХУ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ: СПЕЦИФИКА, ПРОБЛЕМЫ И СТИЛИ

Е. П. Пономаренко<sup>1</sup> ✉, Ю. В. Красавина<sup>1</sup>, А. А. Гареев<sup>1</sup>, А. А. Шишкина<sup>1</sup><sup>1</sup> *Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Удмуртская Республика, Россия*

✉ catrep@mail.ru

## Аннотация

В связи с нарастающей цифровизацией образования актуальным становится изучение потенциала цифровой среды в подготовке студентов с ограничениями по слуху. Первоочередной задачей является исследование особенностей протекания познавательной деятельности обучающихся с данной патологией при взаимодействии с цифровой средой и влияния активного использования цифровых технологий на когнитивную сферу студентов в целях оптимизации условий цифрового обучения и предотвращения его негативного воздействия.

Проанализированы сложившиеся в науке взгляды о свойствах когнитивной сферы человека, развивающейся в условиях глухоты, в том числе особенности рабочей памяти. Проведен краткий обзор исследований об организации электронного обучения слабослышащих и глухих студентов разных стран в период пандемии. Особое внимание уделено проблемам перехода на дистанционное обучение и рискам познавательной деятельности в цифровой среде для студентов с нарушением слуха.

Представлены результаты исследования трудностей познавательной деятельности студентов с инвалидностью по слуху в цифровой среде и стили их познавательной деятельности. На основе анализа данных глубинных интервью сформулированы проблемы мотивационного, когнитивного, деятельностного, организационного и технического характера. С помощью метода обоснованной теории определены три стили деятельности обучающихся: проактивный, практический и пассивный. Знание отличительных характеристик каждого стиля позволит создавать персонализированные системы обучения в рамках цифровизации инклюзивного образования.

**Ключевые слова:** цифровая среда, познавательная деятельность, студенты с инвалидностью по слуху, глубинные интервью, метод обоснованной теории.

## Для цитирования:

Пономаренко Е. П., Красавина Ю. В., Гареев А. А., Шишкина А. А. Познавательная деятельность студентов с инвалидностью по слуху в цифровой среде: специфика, проблемы и стили. *Информатика и образование*. 2023;38(6):21–31. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-21-31.

---

# LEARNING ACTIVITIES OF STUDENTS WITH HEARING DISABILITIES IN THE DIGITAL ENVIRONMENT: FEATURES, PROBLEMS AND STYLES

E. P. Ponomarenko<sup>1</sup> ✉, Yu. V. Krasavina<sup>1</sup>, A. A. Gareyev<sup>1</sup>, A. A. Shishkina<sup>1</sup><sup>1</sup> *Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, The Udmurt Republic, Russia*

✉ catrep@mail.ru

## Abstract

Due to the development of digitalization in education, it is important to study the potential of the digital environment in the training of students with hearing disabilities. The primary task is to study the features of learning activities of students with this pathology in interaction with the digital environment and the impact of active use of digital technologies on students' cognitive sphere to optimize the conditions of digital learning and prevent its negative impact.

The views on the properties of the human cognitive sphere developing in the conditions of deafness, including the peculiarities of working memory, have been analyzed. A brief review of research on the organization of e-learning for hearing impaired and deaf students of different countries during the pandemic period was carried out. Special attention is paid to the problems of transition to distance learning and the risks of cognitive performance in the digital environment for students with hearing loss.

The results of the study of cognitive difficulties of students with hearing disabilities in the digital environment and their cognitive styles are presented. Based on the analysis of in-depth interviews data, motivational, cognitive, activity, organizational, and technical problems are formulated. Using the grounded theory method, three learning styles were identified: proactive, practical, and passive.

Knowing the distinctive features of each style will allow creating of more personalized learning systems as part of the digitalization of inclusive education.

**Keywords:** digital environment, learning activities, students with hearing disabilities, in-depth interviews, grounded theory.

**For citation:**

Ponomarenko E. P., Krasavina Yu. V., Gareyev A. A., Shishkina A. A. Learning activities of students with hearing disabilities in the digital environment: Features, problems and styles. *Informatics and Education*. 2023;38(6):21–31. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-21-31.

## 1. Введение

Современное высшее образование активно переходит на обучение с использованием цифровых технологий и переводит образовательный контент в виртуальную среду. Вопрос об эффективности обучения студентов с ограничениями по слуху в цифровой среде становится актуальным предметом обсуждения [1]. Для успешной разработки оптимальных подходов и моделей обучения и их реализации необходимо определить когнитивные паттерны поведения студентов в современных условиях:

- стратегии поиска, выбора, восприятия и обработки информации;
- последовательность действий, приводящих к поставленной цели;
- особенности памяти в отношении предельной когнитивной нагрузки и усвоения объема заданий [2].

Изучение этих паттернов у студентов с ограниченными возможностями здоровья по слуху позволит разработать персонализированный контент, который будет удовлетворять их познавательные потребности и обеспечивать развитие интеллектуальной сферы. Предусмотренные в ходе обучения задания со специально разработанными инструкциями будут способны удерживать фокус внимания и оставаться интуитивно понятными обучающимся, когнитивная интенсивность таких заданий будет соответствовать познавательным способностям студентов и образовательным целям.

Современная цифровая образовательная среда может способствовать активизации познавательной деятельности, построению индивидуальных образовательных траекторий и вовлечению студентов в учебную работу [3, 4]. Эта среда обладает потенциалом, который поможет студентам с инвалидностью по слуху сформировать профессиональные и метакогнитивные компетенции для построения карьеры и личностной самореализации.

Если же возможности современной цифровой образовательной среды не используются в полном объеме студентами с данной патологией, то, возможно, эта среда не адаптирована для таких обучающихся и ее преимущества трудно использовать. Без понимания того, насколько новые цифровые возможности востребованы слабослышащими и глухими студентами для саморазвития и самообразования, как и без изучения особенностей протекания их познавательной деятельности в современном образовательном пространстве и трудностей, с которыми они сталкиваются, трудно эффективно реализовывать цифровой подход к обучению. В то же время избыточное погру-

жение обучающихся в цифровое пространство может привести к деформации познавательных функций и в худшем случае к утрате когнитивных навыков и нарушению процесса мышления.

Именно поэтому необходимо изучать особенности познавательной деятельности студентов с нарушением слуха в цифровой среде, включая те, которые препятствуют эффективному обучению и социализации.

## 2. Анализ рисков познавательной деятельности в цифровой среде для студентов с нарушением слуха

На текущий момент познавательные процессы студентов с нарушением слуха изучены в меньшей степени по сравнению с теми же процессами у студентов с нормальным здоровьем. Остановимся на некоторых научных работах, раскрывающих влияние потери слуха на когнитивную сферу.

Существует точка зрения, заключающаяся в том, что потеря слуха оказывает влияние не только на слуховую обработку информации, но и на когнитивные функции, связанные с последовательностью и одновременностью процессов, поскольку слух является основным сенсорным путем для восприятия высокоуровневых последовательных паттернов, изменяющихся во времени, а не в пространстве. Об этом пишут С. М. Conway, D. B. Pisoni, W. G. Kronenberger в статье «The importance of sound for cognitive sequencing abilities: The auditory scaffolding hypothesis» [5]: «Глухим людям, особенно тем, кто не овладел языком в раннем возрасте, может быть труднее консолидировать функции, связанные с последовательным обучением».

Другая точка зрения состоит в том, что лишение слуха не является причиной возникновения трудностей в когнитивных процессах, таких как внимание, но они могут быть следствием других факторов, не имеющих ничего общего с глухотой как таковой. М. W. G. Dye, P. C. Hauser, D. Bavelier в исследовании «Is visual selective attention in deaf individuals enhanced or deficient? The case of the useful field of view» [6] отмечают, что важно учитывать такие аспекты, как этиология глухоты, социокультурные факторы, возраст становления коммуникативной системы конкретного субъекта и даже выбранный им способ коммуникации (жестовый язык или устный язык).

В одном из последних исследований, проведенном учеными С. I. Guerrero-Arenas и F. U. Osornio-García из Национального автономного университета Мексики и представленном в статье «Cognition assessment technologies on deaf people» [7], сделан

важный вывод о том, что студенты с потерей слуха испытывают трудности с поддержанием внимания и когнитивного контроля. Одной из высших интеллектуальных функций, которая наиболее нарушена у них, является рабочая память. Это тип кратковременной памяти, которая сохраняет информацию и манипулирует ею в течение короткого времени, прежде чем она исчезнет. Есть предположение, что нарушение функционирования рабочей памяти возможно из-за существования отличающегося типа функциональной обработки информации по сравнению со слышащими студентами. Невнимательность у студентов может объясняться визуальными стратегиями, требующими перераспределения ресурсов внимания не только в центральное поле зрения, но и на периферию, вызывая более частое переключение внимания на окружающую среду [8].

Особенности когнитивных процессов напрямую влияют на развитие познавательных процессов личности<sup>1</sup>. На текущий момент проведено множество исследований как позитивного, так и негативного влияния цифровой трансформации на формирование когнитивных функций человека [10–12], потенциальных рисков и даже возможных угроз для когнитивной сферы школьников и студентов [10, 11, 13, 14].

При чрезмерном погружении в виртуальную реальность существует *опасность формирования интернет-зависимости*, к следствиям которой относится не только неконтролируемое и длительное присутствие в сети, но и негативное влияние на работу мозга и познавательные процессы:

- ухудшение интеллектуальных и коммуникативных процессов;
- неспособность принимать решения и делать выбор;
- нарушения памяти;
- расстройство внимания;
- подавленность, депрессия, низкий уровень самоконтроля [10].

Особенно остро это может отразиться на глухих и слабослышащих студентах, поскольку интернет необходим им не только для удовлетворения большинства познавательных потребностей, но и для полноценного функционирования в современном обществе. Следовательно, они попадают в группу риска, так как грань между пользой и вредом виртуального пространства для них еще более тонкая по сравнению с теми, у кого нет такой патологии.

Доступность информации в интернете дает студентам *ложное представление о качестве этой информации* (первые поисковые результаты считаются истинными) и *способах ее освоения*: поиск и извлечение информации из сети Интернет прирав-

ниваются к пониманию и познанию закономерностей и противоречий найденного материала. Само восприятие информации оказывается поверхностным из-за несформированности навыков работы с текстом и его аналитического осмысления. Поскольку слабослышащие и глухие обучающиеся демонстрируют более низкий уровень навыков чтения, чем их слышащие сверстники [15], восприятие текстового материала у первых будет еще более поверхностным и беглым [16].

**F. M. Rodrigues и др.** в статье «*E-learning is a burden for the deaf and hard of hearing*» обращают внимание, что глухие и слабослышащие студенты, работающие в цифровой среде, подвержены *большей утомляемости* и это может снизить их успеваемость [17].

В научных работах, основанных в том числе на интервью как с самими обучающимися, так и с преподавателями и переводчиками, были выявлены *трудности организации дистанционного обучения* глухих и слабослышащих студентов в период пандемии и после него [18–23]. В частности, подробно проанализирован ряд проявившихся тогда проблем [19, 21, 24]:

- труднодоступность материалов учебных курсов, в том числе по техническим причинам;
- отсутствие поддержки для преподавателей и переводчиков жестового языка;
- неадаптированность технологий для данного контингента обучающихся;
- сложности управления временем под влиянием отвлекающих факторов и стресса.

Исследователи из Королевства Бахрейн **S. Al Hashimi и D. Alsindi** в статье «*Optimizing online learning experiences and outcomes for hearing-impaired art and design students*» [18] детально проработали классификацию трудностей, обусловленных особенностями познавательной деятельности слабослышащих и глухих студентов:

- трудности с пониманием письменных отзывов преподавателей относительно оценок;
- трудности в понимании и реализации творческих и исследовательских проектов;
- трудности в понимании теоретических концепций и того, как их применять на практике в проектах или заданиях;
- трудности в письменном общении;
- трудности в выполнении задач, требующих навыков убеждения и общения.

Неправильное толкование заданий и проектной работы, а также наличие барьеров в общении в интернете негативно сказываются на успеваемости студентов [25].

*Электронное обучение с помощью цифровых платформ*, таких как Zoom или Google, *может быть малоэффективным* при работе со студентами с ограничениями по слуху, так как информация воспринимается ими не из устной речи преподавателя, а с помощью переводчика на жестовый язык и презентации, демонстрируемой в ходе лекции [19].

<sup>1</sup> Мы используем термин «познавательный» для характеристики отношения обучающегося к процессу отражения действительности в сознании, а «когнитивный» — для характеристики психических механизмов анализа информации в процессе формирования познавательного образа (подробнее см.: [9]).

При этом включение в удаленный процесс обучения переводчика и использование субтитров в хорошем качестве может исказить передачу данных, вызывать рассинхронизацию видеоряда и субтитров, прерывать трансляцию учебного занятия [23].

Дополнительную сложность для студентов представляет сама презентация, если она содержит избыточное количество научной терминологии, а при удаленной форме работы невозможно уточнить у преподавателя или одноклассников сложные формулировки. Наш собственный опыт и опыт других исследователей [21, 22] показывает, что студенты из-за коммуникативного барьера и страха показаться глупыми редко задают уточняющие вопросы. Одной из рекомендаций для преодоления перечисленных трудностей является включение в лекцию следующих способов вовлечения студентов в общую работу:

- дискуссионная сессия;
- видеопрезентация;
- инфографика;
- изображения (вместо избыточного текста);
- всплывающие опросы [21].

Есть мнение, что глухие студенты часто поддерживают непрерывный контакт друг с другом с помощью гаджетов, как правило, с целью уточнения информации о курсе и всего связанного с ним [26]. Тем не менее при социальной изоляции, вызванной пандемией, отмечалось подавленное эмоциональное состояние студентов с ограничениями по слуху из-за *недостатка живого общения и непосредственного взаимодействия* [27].

*Отсутствие комфортной и безопасной рабочей среды* может стать отрицательным фактором и отразиться на образовательном результате. Для студентов с нарушением слуха удобное рабочее место (с устойчивым интернет-соединением и без отвлекающих факторов) необходимо для качественного обучения онлайн, поскольку их главный канал восприятия — зрительный и им сложнее удерживать внимание на экране длительно [28].

**С. А. Храпов** в статье «Когнитивные риски цифровизации образования в контексте задач устойчивого развития» [29] расширяет круг когнитивных рисков при полном переходе на цифровой формат обучения, включая в их число *когнитивную перегруженность, снижение уровня критического мышления, девальвацию памяти, неустойчивость внимания, поверхностное восприятие информации и языковой барьер при выстраивании персонализированной коммуникации*, и предлагает ряд мер по недопущению деструктивных последствий цифровизации образования и их преодолению: например, применение смешанного обучения, при котором сохраняется личностный контакт обучающихся и педагогов. Это особенно актуально для инклюзивного образования, поскольку у обучающихся не сформированы навыки самоорганизации [4].

Помимо обязательного минимума, требуемого при очном аудиторном обучении и включающего в себя жестовый перевод, а также адаптированные учебные

материалы и психологическую поддержку, при цифровом обучении актуальной становится реализация следующих педагогических постулатов: студентам с ограничениями по слуху недостаточно только прочитать текст, чтобы понять его, но для встраивания новой информации в общую систему знаний требуется полное погружение обучающегося в материал и регулярный мониторинг его работы преподавателем с помощью различных форм и способов оценки [23].

Исследователи отмечают, что роль переводчика жестового языка одинаково важна как в традиционном, так и в цифровом обучении. Если переводчик не способен правильно донести до студента информацию, то возникает риск того, что студент неточно или неверно усвоит объясняемый материал [18].

Опубликованные научные исследования подтверждают неоднозначность и нелинейность зависимостей между использованием цифровой среды и его последствиями [11]. Многие авторы сходятся во мнении о необходимости дальнейшего изучения воздействия цифровой среды на познавательную сферу студентов [10, 11, 14]. Поскольку технологии все более активно используются в инклюзивном образовании, изучение изменений когнитивной сферы личности студентов с ограничениями по слуху в контексте цифровой образовательной деятельности становится одной из первоочередных задач.

### 3. Цели, материалы и методы исследования

**Цель данной работы**, являющейся частью большого эмпирического исследования, заключается в изучении особенностей познавательной деятельности студентов с нарушением слуха для обеспечения их успешной адаптации к условиям цифровой образовательной среды. Задачи данной работы:

- определение трудностей, препятствующих осуществлению эффективной познавательной деятельности студентов с инвалидностью по слуху в цифровой среде;
- выявление отличительных характеристик стилей деятельности студентов при использовании цифровой среды в познавательных целях.

Поскольку познавательная деятельность многогранна, то в своем исследовании мы сфокусировались на трех ее основных аспектах (мотивационном, когнитивном и деятельностном) и двух дополнительных (организационном и техническом).

Для достижения поставленной цели были проведены глубинные интервью с четырьмя специально отобранными респондентами женского пола, обучающимися по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова:

- R1 — студентка 5-го курса, глухая;
- R2 — студентка 3-го курса, глухая;
- R3 — студентка 3-го курса, глухая;
- R4 — студентка 2-го курса, слабослышащая.

## Результаты стандартизированных диагностик участников глубинных интервью

## Results of standardized diagnostics of in-depth interview participants

Респондент	Название методики			
	Интенсивность познавательных интересов	Готовность к саморазвитию	Уровень коммуникативных/организаторских способностей	Стиль учебной деятельности
R1	Высокая	«Хочу знать себя и могу измениться»	Средний/очень высокий	Универсальный, способствующий успеху в учебе
R2	Высокая	«Хочу знать себя и могу измениться»	Ниже среднего/высокий	Универсальный, способствующий успеху в учебе
R3	Высокая	«Хочу знать себя и могу измениться»	Низкий/ниже среднего	Компенсированный, регулярный
R4	Умеренная	«Хочу знать себя и могу измениться»	Ниже среднего/ниже среднего	Компенсированный, регулярный

Все респонденты владеют русским жестовым языком. Индивидуальные интервью проходили при поддержке жестового переводчика. Репрезентативность выборки обеспечена на основе принципа проведения качественных методов исследования, заключающегося в том, что анализ даже одного случая с его подробным описанием дает возможность экстраполяции полученных результатов на аналогичные ситуации [30, 31].

**Критериями отбора для интервью стали хорошие результаты четырех стандартизированных диагностических инструментов** (табл. 1): методики В. С. Юркевич «Интенсивность познавательных интересов», опросника «Готовность к саморазвитию», теста для диагностики коммуникативных и организаторских способностей В. В. Сивянского и Б. А. Федоришина, опросника по стилю учебной деятельности Н. С. Копеиной [32], — **а также высокая общая учебная успеваемость**. Все участники исследования занимают более активную

позицию в процессе университетского обучения по сравнению со своими одногруппниками с ограничениями по слуху.

**Вопросы полуструктурированного (полуформализованного) интервью [31] были направлены на исследование аспектов познавательной деятельности студентов с инвалидностью по слуху** (табл. 2):

- основные аспекты: мотивационный, когнитивный и деятельностный;
- дополнительные аспекты: организационный и технический.

**Для выделения отличительных характеристик стилей деятельности студентов с инвалидностью по слуху при использовании цифровой среды в познавательных целях были использованы базовые принципы метода обоснованной теории [33].** В процессе обработки данных глубинных интервью фиксировались отдельные феномены, раскрывающие важные особенности познания глу-

## Примеры вопросов глубинного интервью со студентами с инвалидностью по слуху

## Examples of questions for in-depth interview with students with hearing disabilities

Аспекты познавательной деятельности		Примерные вопросы интервью
Основные	Мотивационный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что вы любите смотреть в интернете, чтобы чему-то научиться?</li> <li>2. Где, на каких сайтах смотрите? Как ищете информацию? Используете один или несколько источников?</li> <li>3. Как часто смотрите? Сколько времени тратите? Что нужно, чтобы стать экспертом в выбранном вопросе?</li> <li>4. Сейчас очень много онлайн-ресурсов, где можно чему-то научиться. Подписаны ли вы на какие-то курсы (каналы в YouTube, блоги, библиотеки, чаты Telegram и т. п.)?</li> </ol>
	Когнитивный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Представьте, что у вас есть свободное время и вас ничто не отвлекает. Как вы начнете изучать интересующую вас тему?</li> <li>2. Обычно вы ищете что-то конкретное или следуете рекомендациям?</li> <li>3. Как вы выбираете ключевые слова для поиска?</li> <li>4. Были ли у вас ситуации, когда вы не смогли что-то найти в интернете? Часто ли? Почему? Что вы делаете в подобной ситуации?</li> </ol>

Аспекты познавательной деятельности		Примерные вопросы интервью
Дополнительные	Деятельностный: • цифровая грамотность	1. Можно ли верить всему, что читаете в интернете? 2. Сталкивались ли вы с недостоверной информацией? Как вы это поняли? 3. Знаете ли вы, как можно проверить информацию?
	• коммуникативные навыки	1. Есть ли в вашей группе чат, беседа? Для чего она используется? 2. Нравится ли вам общаться с людьми в интернете? Много ли у вас друзей в интернете? Часто ли вы общаетесь с преподавателями в интернете? 3. Пишете ли вы посты в интернете? Как часто, для кого? 4. Оставляете ли вы комментарии в VK, Telegram? Если нет — почему, если да — по какой теме?
Дополнительные	Организационный	1. Что вы чаще используете для учебы: телефон или компьютер? Почему? 2. Важно ли иметь рабочее место? Есть ли оно у вас? 3. Планируете ли вы свое время? Как? 4. Когда вы больше проводите времени в интернете?
	Технический	1. Что вы можете делать с помощью приложений Word, Excel и PowerPoint? 2. Важно ли для вас оформление и дизайн учебных работ?

Таблица 3 / Table 3

**Пример определения свойств критерия «Формат лекции»****Example of defining the properties of the "Lecture format" criterion**

Формат лекции	Параметры	Шкала измерений	Фрагмент проведенных интервью о предпочитаемой форме лекционного занятия
Цифровой	Качество связи	Хорошее — плохое	«Zoom удобнее, если есть переводчик и презентация. Где связь хорошая, есть сурдопереводчик. Ему можно задавать вопросы». «Спрошу у преподавателя — вживую, на парах. Через переводчика. Не пишу через интернет. Мне нужно, чтобы рассказали на практике». «Текст не совсем понятен. Вживую лучше. Если неясно — могу спросить». «Спрашиваю преподавателей редко. Отключается, интернет бывает плохой, вживую лучше». «С переводчиком лучше, на жестах. Жесты легче понимать»
	Интернет, Zoom	Удобно — неудобно	
Аудиторный	Вживую	Лучше/удобнее	
	Вопросы	Легче/спрашиваю	
	Понятно	Да — нет	

хих и слабослышащих студентов. Далее была произведена концептуализация этих феноменов с раскрытием их свойств. В качестве примера приведем фрагмент процедуры распознавания особенностей категории «Формат лекции» (табл. 3), используемой далее в качестве критерия сравнения разных стилей деятельности.

**4. Результаты глубинных интервью****4.1. Мотивационный аспект**

Все респонденты — активные пользователи сети Интернет, однако их мотивы использования цифрового пространства различаются. Два респондента (R3 и R4) присутствуют там пассивно, удовлетворяя сиюминутные личностные интересы (смотрят рецепты приготовления блюд, читают о психологии отношений), не связанные напрямую с учебной деятельностью, в то время как два других респондента (R1 и R2) познавательно активны: изучают новые

слова, иностранный язык и посещают специализированные сайты, связанные с учебой.

Несмотря на разные запросы, исследуемые уделяют время своим увлечениям в цифровой среде регулярно, но довольствуются имеющимся объемом информации. Респонденты осведомлены о наличии онлайн-курсов по тематикам их интересов, но не настроены на них подписываться с целью дальнейшего роста. R2 выделяется тем, что посещает оффлайн-курсы, где она может получить практические навыки (например, закончила курсы вождения, сейчас учится на мастера по уходу за бровями).

Все респонденты согласны с тем, что интернет помогает им в учебе, особенно в тех случаях, когда нужно ответить на сложные вопросы, изучить что-то новое, посмотреть значения новых слов, выполнить домашнее задание.

**Проблемы.** Одна из мотивационных проблем, выявленная в ходе интервью, состоит в том, что в интернете из-за избыточности текстовой информации,

не рассчитанной на глухих людей и избыточной сложными словами, *студентам приходится тратить много времени и усилий для поиска и сбора нужных данных*. Некоторые доступные программы (например, субтитры для видео на YouTube) допускают ошибки, что ведет к искажению информации. Время поиска может увеличиться в случае с мотивированными студентами, если те захотят найти понятную, просто изложенную и проиллюстрированную информацию для ее полного осмысления и понимания. **Трудности, сопряженные с осуществлением поиска в цифровой среде, снижают мотивацию получения новых знаний таким способом.**

#### 4.2. Когнитивный аспект

Все респонденты отмечают, что цифровая среда более полезна студентам для выполнения учебных заданий, чем печатные учебники и методические пособия. Респонденты R1 и R2 усидчивы и готовы искать материал, который им необходим и понятен:

- «Могу долго искать, мне надо добиться и найти то, что надо», «Если я недовольна результатом, то я иду дальше» (R1);
- «Обычно беру первое, что нашла, но если непонятно, то буду дальше искать», «Если что-то не понравилось, то спрашиваю у родителей» (R2).

Респондент R1 отличается не только когнитивным стилем, но и целеустремленностью, способностью четко планировать свое время: ведет для этого еженедельник и составляет планы на три дня. Остальные респонденты не планируют свое время, но респондент R3 отметил, что использует телефон для заметок по учебе. Респондент R2 при поиске для удовлетворения своего познавательного интереса предпочитает находить видео с субтитрами и жестами по теме поиска, объясняя это тем, что так проще вникнуть в суть и разобраться в изучаемом вопросе.

**Проблемы. Одна из основных проблем студентов с ограничениями по слуху — это неумение переформулировать и подбирать вторичные ключевые слова для более детального запроса и точечного поиска в глобальной сети.** Они часто разделяют ошибочное мнение, что можно ввести в поисковую строку формулировку учебного задания и первые выпавшие ссылки дадут релевантную информацию, достаточную для его выполнения.

Другая проблема связана со слабыми навыками чтения и маленьким словарным запасом обучающихся: *студенты не обрабатывают информацию, найденную в интернете, а просто копируют ее, иногда даже не читая, без критического анализа, систематизации и обобщения*. В качестве примера приведем ответы респондентов R3 и R4:

- «Бывают трудные слова для понимания, много слов. Часто копирую. Своими словами не получается, трудно. Мысли есть, но не знаю, как объяснить, — трудно мне рассказывать» (R3);

- «Многие глухие студенты копируют, не хотят сами писать, лень, не любят писать, трудно. Нам сложно писать сочинения, рефераты. Нравятся тесты, вопросы. Это особенность — все глухие мало читают. Маленький словарный запас. Практически никто не пытается улучшить русский язык» (R4).

В лучшем случае они могут попытаться написать изложение по тому массиву информации, которым располагают. Чаще всего, согласно ответам респондентов, студенты используют не более трех сайтов при поиске информации, иногда довольствуясь даже одним — первым из доступных. **Отчужденное восприятие цифровой информации приводит к проблеме с ее когнитивной интериоризацией.**

#### 4.3. Деятельностный аспект

##### 4.3.1. Цифровая грамотность

Респонденты осведомлены, что информация в цифровой среде может быть недостоверной. Трое из четырех респондентов (R1, R2 и R4) проверяют ее достоверность на основе фактов, которые им стали известны из лекции в университете. И если цифровые данные и лекционные материалы совпадают, то можно доверять цифровому источнику. Респондент R3 считает, что может доверять интернету больше, чем преподавателю, так как он «рассказывает по-другому, не так, как об этом написано в сети».

**Проблемы. Из-за невысокого уровня критического мышления студенты с инвалидностью по слуху более доверчивы и склонны принимать цифровую информацию без критического размышления или анализа.**

##### 4.3.2. Коммуникативный компонент

В случае возникновения ситуации, когда респонденты не могут найти нужную информацию в интернете, алгоритмы разрешения этой проблемы следующие:

- «На младших курсах обращалась к старшекурсникам. В выходные дни обращусь к старшекурсникам, на неделе могу подойти к преподавателю, зависит от настроения, бывает неловко спрашивать, преподаватель объяснял, а я забыла, подумает, что я глупая» — R1;
- «Спрошу у преподавателя — живую, на парах. Через переводчика. Не пишу через интернет. Мне нужно, чтобы рассказали на практике. Текст не совсем понятен. У одноклассников не спрашиваю. Спрошу у родителей» — R2;
- «К учебникам обращусь. К преподавателю не пойду. Буду сама искать. Сложно найти контакт с преподавателями. У меня сложный характер. Если бы преподаватель владел жестами, было бы легче. К одноклассникам буду обращаться, преподавателям не писала» — R3;
- «Спрашиваю одноклассницу в первую очередь. Преподавателю редко пишу» — R4.

Для решения организационных вопросов по учебе в студенческих группах есть чаты в социальных сетях и мессенджерах, в которых также могут состоять преподаватели и переводчик. Для вопросов и сообщений студенты часто используют мессенджеры WhatsApp и Telegram, через которые они отправляют видео с жестовым языком.

Все респонденты редко иницируют общение онлайн сами, не комментируют чужие посты, не выкладывают свои собственные. Со слов респондента R1, она была более открыта, делала эфиры, хотела узнать мнение других, общалась с глухими из других стран, потом стала менее контактной из-за недостатка времени и желания откровенничать. Респондент R2 не оставляет комментарии, считая, что лучше промолчать и сдержаться, чем спорить. Респондент R3 не пишет в интернете из-за страха, что может написать плохой пост или пост может увидеть мама. Респондент R4 выкладывает свои фотографии на своей личной странице в соцсети с большим количеством подписчиков (300 человек).

**Проблемы.** Существуют сложности персонализированной коммуникации из-за проблем с письмом: глухим сложно задавать вопросы, формулировать и объяснять свою позицию, вести диалоги в цифровой среде.

#### 4.4. Организационный аспект

У всех респондентов есть компьютеры и телефоны: два респондента предпочитают использовать компьютер (R1 и R2), а два других — телефон (R3 и R4), когда занимаются дома. Респондент R2 сообщила: «Компьютер лучше, чем телефон. На телефоне текст мелкий, есть реклама, можно не на ту кнопку нажать». У всех исследуемых есть рабочие места. Респонденты в основном выходят в интернет после занятий в университете и проводят там свое время до вечера.

**Проблемы.** У глухих увеличивается время присутствия в сети. R1 четко обрисовала ситуацию: «Есть интернет-зависимость у молодежи, так как там много информации, интересного. У слышащих есть телевизор, у нас — нет. Это проблема. Раньше в обществе глухих было больше народу. Особенно молодых все меньше и меньше».

#### 4.5. Технический аспект

Все респонденты работают с приложениями Microsoft Office (Word, Excel и PowerPoint), Excel не владеет только R2. Респонденты могут много времени тратить на подготовку презентаций в PowerPoint. R1 при необходимости использует дополнительно возможности приложения «Яндекс Разговор».

**Проблемы.** Студенты с инвалидностью по слуху не используют специализированные программы для глухих в интернете — в некоторых случаях просто из-за незнания об их существовании, но также и из-за их недостатков, например, приложения жестового перевода производят дословный перевод, а у субтитров к видео слишком мелкий шрифт.

### 5. Типология стилей деятельности студентов с инвалидностью по слуху при использовании цифровой среды в познавательных целях

Проведенный анализ научных публикаций, результатов глубинных интервью и собственный педагогический опыт позволили нам составить типологию стилей деятельности студентов с инвалидностью по слуху при обучении и познании с использованием цифровых технологий. Отличительные характеристики выделенных трех стилей деятельности представлены в таблице 4.

На сегодняшний день **самый распространенный стиль деятельности глухих обучающихся — это пассивный.** Студенты данной группы отличаются низкой мотивацией, ограниченными языковыми навыками, высокой чувствительностью и низким уровнем развития интеллекта [34]. Они представляют собой самую сложную категорию студентов в университете, для обучения которой требуется создание особых условий [35]. Цифровая образовательная среда (ее содержание и структура) должна не только обеспечивать решение различных задач образовательного процесса, но и максимально адаптироваться под их познавательные возможности и учебные стратегии, повышая интерес к учебному процессу.

В нашем исследовании приняли участие студенты, которые выделяются добросовестным отношением к учебе и академическими достижениями, доказывающими, что хотя глухота обучающихся требует перестройки всего процесса обучения, но мотивированность на познавательную деятельность приносит положительные результаты.

**Проактивный, или мотивированный, стиль** характеризуется инициативностью и внутренней готовностью преодолевать преграды на пути к познанию. Поэтому проактивные студенты быстрее смогут адаптироваться к цифровому формату обучения.

**Практический стиль** отличается рациональным мышлением, направленностью на решение практических задач и ориентацией на проведение опытных действий. Следовательно, при наличии достаточного количества качественных видеоматериалов с субтитрами и жестовым переводом, дающих понятное объяснение изучаемых явлений, есть высокая вероятность сознательной включенности этой категории обучающихся в цифровое обучение.

Как видно из представленных характеристик разных стилей деятельности, переход на цифровое образование может быть сопряжен со множеством проблем, которые необходимо принимать во внимание при его планировании и организации. Бесспорно, цифровизация дает инклюзивному образованию новые возможности, а риски при ее применении можно уменьшить, если регулярно диагностировать результаты учебной деятельности глухих студентов, соотнося цифровую действительность с их реальными возможностями.

### Стили деятельности студентов с инвалидностью по слуху при использовании цифровой среды в познавательных целях

#### Styles of activities of students with hearing disabilities when using the digital environment for cognitive purposes

№ п/п	Критерии сравнения	Стили деятельности и их характеристики		
		Проактивный	Практический	Пассивный
1	Критерии поиска информации в интернете	Информация должна быть исчерпывающей, четко отвечать на поставленный вопрос, чтобы обучающийся мог докопаться до истины	Информация должна быть иллюстрирована и анимирована, чтобы стало ясно, как что-то функционирует и работает	Информация должна быть легко доступна и понятна
2	Формат лекции	Аудиторный формат и цифровой формат при условии хорошего качества трансляции и понятной презентации	Аудиторный формат, чтобы можно было задать вопросы	Аудиторный формат как более удобный для восприятия информации
3	Учебные материалы	Печатные и цифровые	Цифровые	Цифровые
4	Дополнительные познавательные ресурсы	Мобильные приложения	Курсы с инструкторами или экспертами	Социальные сети
5	Обращение за помощью в случае возникновения проблем при цифровом обучении	Самостоятельный поиск, обращение за помощью к сокурсникам и к тем, кто сталкивался с подобными проблемами, к преподавателю — только в крайнем случае	Лично к преподавателю или к людям, которые могут помочь с проблемой и объяснить	Самостоятельно, обращение к преподавателю только в крайнем случае
6	Ведущий вид рефлексии	Перспективная, ситуативная и ретроспективная	Рефлексия в действии	Ретроспективная

## 6. Заключение

Трудности использования цифровой образовательной среды препятствуют осуществлению эффективной познавательной деятельности студентов с инвалидностью по слуху. Поэтому необходимо тщательно подходить к проектированию и разработке содержания и структуры цифровой образовательной среды, учитывать способы взаимодействия обучающихся с ней. Только в этом случае можно обеспечить необходимые условия для качественной реализации образовательных инклюзивных программ с применением информационных ресурсов в системе высшего образования.

Разработанная типология стилей деятельности студентов с нарушениями слуха демонстрирует разные потребности в информационно-коммуникационных технологиях, разные модели поведения и виды самооценки при обучении и познании с использованием цифровой среды, а также способствует персонализации обучения. Зная сильные и слабые стороны студентов, можно целенаправленно оптимизировать их учебный процесс в цифровом пространстве и помочь им добиться академических успехов.

Необходимо дальнейшее изучение образовательного потенциала цифровой среды для слабослышащих и глухих студентов с целью развития их познавательной активности. Представленное исследование будет продолжено и дополнено анализом особенностей когнитивного аспекта познавательной

деятельности студентов с данной патологией с использованием методов вербальных протоколов с целью зафиксировать и детально изучить когнитивные реакции и мыслительные процессы при выполнении заданий в режиме реального времени в электронной среде.

#### Финансирование

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01620, <https://rscf.ru/project/23-28-01620/>

#### Funding

The work was supported by the Russian Science Foundation under grant No 23-28-01620, <https://rscf.ru/en/project/23-28-01620/>

#### Список источников / References

- Ахметова Д. З., Артюхина Т. С., Бикбаева М. Р., Сахнова И. А., Сучков М. А., Зайцева Э. А. Цифровизация и инклюзивное образование: точки соприкосновения. *Высшее образование в России*. 2019;29(2):141–150. EDN: OMYXDW. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-2-141-150. [Akhmetova D. Z., Artyukhina T. S., Bikbayeva M. R., Sakhnova I. A., Suchkov M. A., Zaytseva E. A. Digitalization and inclusive education: Common ground. *Higher Education in Russia*. 2019;29(2):141–150. (In Russian.) EDN: OMYXDW. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-2-141-150.]
- Белогаш М. А., Мельничук М. В. Когнитивные аспекты развития информационно-образовательной среды в высшей школе в эпоху цифровизации. *Российский гуманитарный журнал*. 2020;9(2):123–132. EDN: DEHQE. DOI: 10.15643/libartrus-2020.2.4. [Belogash M. A., Melnichuk M. V. Cognitive aspects of the development of the informational educational environment

in higher education in the era of digitization. *Liberal Arts in Russia*. 2020;9(2):123–132. (In Russian.) EDN: DEHGQE. DOI: 10.15643/libartrus-2020.2.4.]

3. Лешер О. В., Григоренко Л. А. Цифровая образовательная среда вуза как ресурс формирования познавательных потребностей студентов. *Проблемы современного педагогического образования*. 2022;(75–4):166–169. EDN: ATMRLN.

[Lesher O. V., Grigorenko L. A. Digital educational environment as a resource for forming students' cognitive needs. *Problemy Sovremennogo Pedagogicheskogo Obrazovaniya*. 2022;(75–4):166–169. (In Russian.) EDN: ATMRLN.]

4. Прилепко Ю. В., Халыпина А. И. Опыт внедрения инклюзивного образования в регионах России в условиях пандемии COVID-19: риски и перспективы. *Образование и глобальные вызовы современности: научно-педагогический контекст. Сборник материалов III Международной интернет-конференции*. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет; 2021:40–47. EDN: KCSSVW.

[Prilepko Yu. V., Khalyapina A. I. Experience in the implementation of inclusive education in the regions of Russia in the conditions of the COVID-19 pandemic: Risks and prospects. *Education and Global Challenges of Our Time: Scientific and Pedagogical Context. Proc. of the III Int. Internet Conf.* Stavropol, North-Caucasus Federal University; 2021:40–47. (In Russian.) EDN: KCSSVW.]

5. Conway C. M., Pisoni D. B., Kronenberger W. G. The importance of sound for cognitive sequencing abilities: The auditory scaffolding hypothesis. *Current Directions in Psychological Science*. 2009;18(5):275–279. DOI: 10.1111/j.1467-8721.2009.01651.x.

6. Dye M. W. G., Hauser P. C., Bavelier D. Is visual selective attention in deaf individuals enhanced or deficient? The case of the useful field of view. *PLoS ONE*. 2009;4(5):e5640. DOI: 10.1371/journal.pone.0005640.

7. Guerrero-Arenas C. I., Osornio-García F. U. Cognition assessment technologies on deaf people. *Journal of Cognition*. 2023;6(1):1–16. DOI: 10.5334/joc.262.

8. Daza González M. T., Phillips-Silver J., López Liria R., Gioiosa Maurino N., Fernández García L., Ruiz-Castañeda P. Inattention, impulsivity, and hyperactivity in deaf children are not due to deficits in inhibitory control, but may reflect an adaptive strategy. *Frontiers in Psychology*. 2021;12:629032. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.629032.

9. Савенков А. И. Психология обучения: учебное пособие для вузов. М.: Издательство Юрайт; 2023. 251 с.

[Savenkov A. I. Psychology of learning: Textbook for universities. Moscow, Yurayt Publishing House; 2023. 251 p. (In Russian.)]

10. Авдеева Е. А., Корнилова О. А. Влияние цифровой электронной среды на когнитивные функции школьников и студентов. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(S3):43–50. EDN: SMCSJE. DOI:10.15829/1728-8800-2022-3331.

[Avdeeva E. A., Kornilova O. A. Influence of digital environment on the cognitive function of schoolchildren and students. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(S3):43–50. (In Russian.) EDN: SMCSJE. DOI: 10.15829/1728-8800-2022-3331.]

11. Нехорошева Е. В. Цифровизация личного: когнитивные процессы, переживание благополучия и поведение в «прозрачном» обществе. *Цифровая гуманитаристика: человек в «прозрачном» обществе: коллективная монография*. М.: ООО «Книгодел»; 2021:128–142. EDN: LOCNRI.

[Nehorosheva E. V. Digitalizing the personal: Cognitive processes, experience of well-being and behavior in a “transparent” society. *Digital Humanities: The Human in a “Transparent” Society: Collective monograph*. Moscow, Knigodel LLC; 2021:128–142. (In Russian.) EDN: LOCNRI.]

12. Davies T. Mind change: How digital technologies are leaving their mark on our brains. *New Media & Society*. 2016;18(9):2139–2143. DOI: 10.1177/1461444816652614.

13. Баранская Л. Т., Горбов А. А., Грипич Е. Д. Влияние интернет-технологий на когнитивную деятельность студентов и учащихся. *Вестник УГМУ*. 2021;(1(52)):72–75. EDN: RODSRQ. Режим доступа: [https://usma.ru/wp-content/uploads/2021/06/Vest1\\_2021\\_print-72-75.pdf](https://usma.ru/wp-content/uploads/2021/06/Vest1_2021_print-72-75.pdf)

[Baranskaya L. T., Gorbov A. A., Gripich E. D. The impact of internet technology on the cognitive activities of students. *Bulletin of USMU*. 2021;(1(52)):72–75. (In Russian.) EDN: RODSRQ. Available at: [https://usma.ru/wp-content/uploads/2021/06/Vest1\\_2021\\_print-72-75.pdf](https://usma.ru/wp-content/uploads/2021/06/Vest1_2021_print-72-75.pdf)]

14. Храпов С. А. Когнитивные риски виртуализации обучения. *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Материалы IV Международной научной конференции*. Красноярск: Сибирский федеральный университет; 2020;2:261–265. EDN: BMTTEB.

[Khrapov S. A. Cognitive risks of learning virtualization. *Informatization of Education and E-Learning Methodology: Digital Technologies in Education: Proc. of the IV Int. Sci. Conf.* Krasnoyarsk, Siberian Federal University; 2020;2:261–265. (In Russian.) EDN: BMTTEB.]

15. Kotowicz J. Reading skills of D/deaf students — native signers. *Interdyscyplinarne Konteksty Pedagogiki Specjalnej*. 2020;(30):151–167. DOI: 10.14746/ikps.2020.30.08.

16. Ponomarenko E., Krasavina Y., Zhuykova O., Serebryakova Y. Comparative study on perception of paper and digital texts when working with hearing impaired students. *EDULEARN20 Proceedings. 12th Int. Conf. on Education and New Learning Technologies*. Valencia, Spain, IATED Academy; 2020;7141–7146. EDN: G-JQHTTE. DOI: 10.21125/edulearn.2020.1838.

17. Rodrigues F. M., Abreu A. M., Holmström I., Mineiro A. E-learning is a burden for the deaf and hard of hearing. *Scientific Reports*. 2022;(12):9346. DOI: 10.1038/s41598-022-13542-1.

18. Al Hashimi S., Alsindi D. Optimizing online learning experiences and outcomes for hearing-impaired art and design students. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. 2021;20(7):1–22. DOI: 10.26803/ijlter.20.7.1.

19. Aljedaani W., Aljedaani M., AlOmar E. A., Mkaouer M. W., Ludi S., Khalaf Y. B. I cannot see you — The perspectives of deaf students to online learning during COVID-19 pandemic: Saudi Arabia case study. *Education Sciences*. 2021;11(11):712. DOI: 10.3390/educsci11110712.

20. Alsadoon E., Turkestani M. Virtual classrooms for hearing-impaired students during the COVID-19 pandemic. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*. 2020;12(1–2):1–8. DOI: 10.18662/rrem/12.1sup1/240.

21. Alshawabkeh A. A., Woolsey M. L., Kharbat F. F. Using online information technology for deaf students during COVID-19: A closer look from experience. *Heliyon*. 2021;7(5):1–12. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06915.

22. Yuwono I., Mirnawati M., Kusumastuti D. E., Ramli T. J. Challenges of deaf students in online learning at universities. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*. 2022;14(2):2291–2298. DOI: 10.35445/alishlah.v14i1.1328.

23. Kokhan S. T., Osmuk L. A., Varinova O. A. Distance learning for students with hearing impairments in pandemic situation. *E3S Web of Conferences. XIV Int. Science and Practical Conf. “State and Prospects for the Development of Agribusiness — INTERAGROMASH 2021”*. Rostov-on-Don, EDP Sciences; 2021;273:1–8. EDN: WTLICMA. DOI: 10.1051/e3sconf/202127312090.

24. Aljedaani W., Krasniqi R., Aljedaani S., Mkaouer M. W., Ludi S., Al-Raddah K. If online learning works for you, what about deaf students? Emerging challenges of online learning for deaf and hearing-impaired students

during COVID-19: A literature review. *Universal Access in the Information Society*. 2022;10:27–1046. DOI: 10.1007/s10209-022-00897-5.

25. Шамсутдинова Ю. Ф. Коммуникация с участием слышащих и глухих/слабослышающих людей: потенциал социальных медиа. *Вестник Московского университета. Серия 10: Журналистика*. 2020;(5):54–76. EDN: ZKDDEU. DOI: 10.30547/vestnik.journ.5.2020.5476.

[Shamsutdinova Yu. F. Communication with the involvement of hearing and deaf/hard of hearing people: Social media opportunities. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 10: Journalistika*. 2020;(5):54–76. (In Russian.) EDN: ZKDDEU. DOI: 10.30547/vestnik.journ.5.2020.5476.]

26. Sweet K. S., LeBlanc J. K., Stough L. M., Sweany N. W. Community building and knowledge sharing by individuals with disabilities using social media. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2019;36(1):1–11. DOI: 10.1111/jcal.12377.

27. Krishnan I. A., Mello G., Kok S. A., Sabapathy S. K. et al. Challenges faced by hearing impairment students during COVID-19. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*. 2020;5(8):106–116. DOI: 10.47405/mjssh.v5i8.472.

28. Pappas M. A., Demertzi E., Papagerasimou Y., Koukianakis L., Kouremenos D., Loukidis L., Athanasios S. D. E-learning for deaf adults from a user-centered perspective. *Education Sciences*. 2018;8(4):206. DOI: 10.3390/educsci8040206.

29. Храпов С. А. Когнитивные риски цифровизации образования в контексте задач устойчивого развития. *Устойчивое развитие, открытое мышление и цифровые трансформации. Сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием*. Астрахань: ИП Сорокин Роман Васильевич; 2022:84–92. EDN: BDGCDZ. Режим доступа: <https://rffi.1sept.ru/file/2021/10/54a86d04-05e9-4f6b-95e5-ae21017b67e6.pdf>

[Khrapov S. A. Cognitive risks of digitalization of education in the context of sustainable development tasks. *Sustainable Development, Open Thinking and Digital Transformations. Proc. of the All-Russian Conf. with International Participation*. Astrakhan, IP Sorokin Roman Vasilyevich; 2022:84–92. (In Russian.) EDN: BDGCDZ. Available at: <https://rffi.1sept.ru/file/2021/10/54a86d04-05e9-4f6b-95e5-ae21017b67e6.pdf>]

30. Бусыгина Н. П. Методологические основания качественных исследований в психологии: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.01. М.; 2010. 235 с. EDN: QEUEWD.

[Busygina N. P. Methodological foundations of qualitative research in psychology. Cand. psychol. sci. diss: 19.00.01. Moscow; 2010. 235 p. (In Russian.) EDN: QEUEWD.]

31. Denzin N. K., Lincoln Y. S. (Eds.). *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed.). Sage Publications Inc.; 2017. 992 p.

32. Гареев А. А., Пonomаренко Е. П., Шишкина А. А., Красавина Ю. В. Структура и содержание познавательной компетентности студентов вуза с инвалидностью по слуху в цифровой среде: критерии и способы экспертной оценки. *Science for Education Today*. 2023;13(4):148–169. EDN: HWXXRA. DOI: 10.15293/2658-6762.2304.07.

[Gareyev A. A., Ponomarenko E. P., Shishkina A. A., Krasavina Yu. V. Structure and contents of hearing impaired university students' epistemic competence within digital learning environment: Criteria and evaluation methods. *Science for Education Today*. 2023;13(4):148–169. (In Russian.) EDN: HWXXRA. DOI: 10.15293/2658-6762.2304.07.]

33. Страусс А., Корбин Дж. Основы качественного исследования: обоснованная теория, процедуры и техники. М.: Эдиториал УРСС; 2001. 256 с.

[Strauss A., Corbin J. Basics of qualitative research: Grounded theory, procedures and techniques. Moscow, Editorial URSS; 2001. 256 p. (In Russian.)]

34. Suarsana I. M., Sudatha I. G. W., Mahayukti G. A., Suandana I. W. E. A., Suharta I. G. P. Implementation of cognitive theory in developing measurement learning multi-media for deaf students. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*. 2021;54(3):425–433. DOI: 10.23887/jpp.v54i3.38700.

35. Орешкина О. А., Слитиков П. В. Сравнительный анализ подходов к обучению студентов с нарушением слуха и студентов без нарушений здоровья в техническом вузе. *Высшее образование в России*. 2020;29(6):92–101. EDN: NXGABI. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-6-92-101.

[Oreshkina O. A., Slitikov P. V. Comparative analysis of approaches to teaching students with hearing impairments and students without disabilities at a technical university. *Higher Education in Russia*. 2020;29(6):92–101. (In Russian.) EDN: NXGABI. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-6-92-101.]

#### Информация об авторах

**Пonomаренко Екатерина Петровна**, канд. пед. наук, старший преподаватель кафедры «Английский язык», Институт международных образовательных программ, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Удмуртская Республика, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8764-8998>; *e-mail*: catrep@mail.ru

**Красавина Юлия Витальевна**, канд. пед. наук, доцент кафедры «Английский язык», Институт международных образовательных программ, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Удмуртская Республика, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9250-7631>; *e-mail*: juliadamask@yandex.ru

**Гареев Андрей Александрович**, канд. пед. наук, доцент кафедры «Английский язык», Институт международных образовательных программ, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Удмуртская Республика, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4969-1012>; *e-mail*: andrei.gareeff@yandex.ru

**Шишкина Анастасия Андреевна**, канд. филос. наук, доцент, доцент кафедры «Общественные науки», факультет «Математика и естественные науки», Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Удмуртская Республика, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-0651-9079>; *e-mail*: shishkinaa18@mail.ru

#### Information about the authors

**Ekaterina P. Ponomarenko**, Candidate of Sciences (Education), Senior Lecturer at the Department “English Language”, Institute of International Study Programs, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, The Udmurt Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8764-8998>; *e-mail*: catrep@mail.ru

**Yuliya V. Krasavina**, Candidate of Sciences (Education), Associated Professor at the Department “English Language”, Institute of International Study Programs, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, The Udmurt Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9250-7631>; *e-mail*: juliadamask@yandex.ru

**Andrey A. Gareyev**, Candidate of Sciences (Education), Associated Professor at the Department “English Language”, Institute of International Study Programs, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, The Udmurt Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4969-1012>; *e-mail*: andrei.gareeff@yandex.ru

**Anastasia A. Shishkina**, Candidate of Sciences (Philosophy), Docent, Associated Professor at the Department “Social Sciences”, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, The Udmurt Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-0651-9079>; *e-mail*: shishkinaa18@mail.ru

*Поступила в редакцию / Received*: 05.07.23.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 28.09.23.

*Принята к печати / Accepted*: 03.10.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-32-44

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ю. А. Кузнецова<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия*✉ [yualkuznetsova@ya.ru](mailto:yualkuznetsova@ya.ru)

## Аннотация

Мировые тренды и современные проблемы российской системы высшего образования обуславливают актуальность задач анализа и прогнозирования долгосрочного развития этой системы и выработки управленческих решений, направленных на ее совершенствование. Такие задачи могут решаться с помощью компьютерных моделей системы образования, позволяющих исследовать поведение сложной системы в динамике, учитывать взаимодействия ее элементов, эффекты запаздывания и циклы обратных связей. Несмотря на проводимые исследования в этой сфере, вопрос инструментария поддержки принятия управленческих решений касательно стратегического развития российской системы высшего образования не решен.

В статье рассматриваются вопросы имитационного моделирования системы высшего образования Российской Федерации с учетом ее взаимодействия с макроэкономическими и демографическими факторами. Предлагаемый комплекс имитационных моделей системы высшего образования разработан с использованием методов агентного моделирования и системной динамики. В предлагаемом комплексе моделей функционирование системы образования описывается на разных уровнях: уровень индивидуума, уровень образовательных учреждений, макроэкономический уровень. Комплекс моделей может быть положен в основу инструментария поддержки стратегического планирования развития системы образования Российской Федерации.

**Ключевые слова:** система высшего образования, агентное моделирование, системная динамика, имитационное моделирование, стратегическое планирование.

## Для цитирования:

Кузнецова Ю. А. Имитационное моделирование стратегического развития системы высшего образования Российской Федерации. *Информатика и образование*. 2023;38(6):32–44. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-32-44.

# SIMULATION MODELING OF THE STRATEGIC DEVELOPMENT OF THE HIGHER EDUCATION SYSTEM OF THE RUSSIAN FEDERATION

Yu. A. Kuznetsova<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> *National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia*✉ [yualkuznetsova@ya.ru](mailto:yualkuznetsova@ya.ru)

## Abstract

Global trends and current problems of the Russian higher education system determine the relevance of the tasks of analyzing and forecasting the long-term development of the Russian higher education system and developing management decisions aimed at its improvement. These tasks can be solved with the help of computer models of the education system, which allow us to study the behavior of a complex system in dynamics, considering the interactions of its elements, lag effects, and feedback loops. Despite the ongoing research in this area, the issue of management decision support tools for the strategic development of the Russian higher education system has not been resolved.

The article discusses the issues of simulation modeling of the higher education system of the Russian Federation, considering its interaction with macroeconomic and demographic factors. The proposed set of simulation models of the higher education system is developed using agent-based modeling and system dynamics methods. The functioning of the education system is described at different levels in the proposed set of models: the individual level, the educational institutions level, and the macroeconomic level. The set of models can be used as the basis for tools to support strategic planning of the Russian Federation's education system development.

**Keywords:** higher education system, agent-based modeling, system dynamics, simulation modeling, strategic planning.

## For citation:

Kuznetsova Yu. A. Simulation modeling of the strategic development of the higher education system of the Russian Federation. *Informatics and Education*. 2023;38(6):32–44. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-32-44.

## 1. Введение

Ключевыми ресурсами современного мира стали знание, информация и образование, поэтому роль образовательной системы в экономическом, технологическом и социальном развитии страны переоценить трудно. Образование как институт выполняет значимые для общества функции, благодаря которым общество формируется как целостный организм. Исследования, например Т. Агасисти, А. А. Егорова и М. М. Максимовой [1], подтверждают, что эффективное развитие региональных систем высшего образования положительно влияет на темпы экономического развития в регионах. Сложная политическая обстановка в мире заставляет вспомнить и о мировоззренческой роли образования. Задачей государства является построение такой системы образования, которая может эффективно готовить не только квалифицированных специалистов, но и сознательных граждан, поскольку миссия образования состоит также в том, чтобы обеспечивать становление и развитие личности.

Сегодня, как отмечается в аналитическом докладе дайджесте Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова за 2021 год, **сфера образования каждого государства развивается под влиянием мировых трендов** [2]. Процессы глобализации и интернационализации выводят национальные образовательные системы на мировой рынок образовательных услуг. Благодаря социальной поддержке со стороны государства **образование стало доступно широким слоям населения** и больше не является признаком принадлежности к элите. Однако **массовость образования привела к его дискредитации и снижению качества**. Другой мировой тренд — это **демократизация образования, проявляющаяся в расширении прав и возможностей обучающихся в выборе образовательной траектории, сокращении государственного регулирования и развитии общественного управления и автономии образовательных учреждений**.

Информационные и цифровые технологии изменили образовательный ландшафт и превратили образовательный процесс из коммуникативного в технологический. С точки зрения экономики образование рассматривается скорее не как затратная, но как инвестиционная сфера, которая определяет темпы и качество экономического роста. **Быстро развивающиеся технологии и изменяющиеся экономические условия делают актуальным непрерывное образование, когда человек вынужден обучаться на протяжении всей жизни, чтобы быть востребованным на рынке труда**. В свою очередь, образовательные учреждения конкурируют между собой, стараясь привлечь талантливых студентов.

В системе высшего образования Российской Федерации в последние десятилетия произошли значительные структурные изменения. Если в советской системе государство само создавало спрос и предложение в высшем образовании, то в постсоветский период государство отказалось от монополии на спрос в сфере

высшего образования и не может больше полностью контролировать предложение. Как описали этот процесс И. Фруммин, Я. Кузьминов и Д. Семенов [3], в системе высшего образования появилось институциональное разнобразие, а ее развитие стало зависеть от влияния разных, порой противодействующих сил.

Среди проблем современной системы образования в России Э. М. Ахметшин в статье «Цифровая трансформация высшего образования: состояние, проблемы и перспективы» [4] выделяет:

- снижение качества образования;
- несовершенство образовательных программ;
- высокий уровень нагрузки на преподавателей;
- дефицит квалифицированных кадров преподавательского состава;
- низкий уровень финансирования образовательной системы;
- недостаточное техническое оснащение образовательных учреждений;
- дисбаланс между количеством подготовленных специалистов и реальными потребностями рынка.

В частности, в результате падения престижа профессионального образования на рынке возник переизбыток людей с высшим образованием и дефицит кадров рабочих специальностей. Как показали последние годы, **система образования оказалась неспособна оптимально адаптироваться к меняющейся экономической и социальной среде и быстрому технологическому развитию**.

К амбивалентным результатам привели государственные реформы системы образования, активно проводимые после вступления России в ВТО в 2012 году. К социальной сфере стал применяться коммерческий подход, а образовательные учреждения стали рассматриваться как хозяйствующие субъекты, оказывающие образовательные услуги заказчикам (студентам) и имеющие целью максимизацию прибыли при минимуме издержек. В 2012–2017 годах для повышения показателей эффективности некоторые образовательные учреждения были принудительно объединены. Как показал анализ Т. Агасисти и др. [5], при определенных условиях объединенным университетам действительно удалось улучшить показатели эффективности — увеличить количество научных публикаций в рейтинговых журналах, объем НИОКР, долю аспирантов в общей численности обучающихся.

Однако коммерческий подход имеет свои негативные стороны, например, описанные в исследовании Л. А. Мусаеляна и С. Г. Зырянова «Глобальные вызовы России и некоторые проблемы системы отечественного высшего образования» [6]. Поскольку образовательные учреждения стали ориентироваться на коммерциализацию образовательных программ, выросла значимость узконаправленных дисциплин, которые востребованы и хорошо продаются на рынке, а социально-гуманитарные дисциплины, формирующие мировоззрение, убеждения, жизненные ценности человека, почти ушли из курсов негуманитарных

специальностей. Но нельзя забывать, что ценность человека как работника на рынке труда во многом зависит от его творческого потенциала, мышления, воображения, воли, ответственности, развитие которых поддерживалось социально-гуманитарными дисциплинами. **Уменьшение доли теоретических дисциплин существенно ограничивает возможности развития фундаментальной науки, открытия в которой обеспечивают технологический прорыв, необходимый для экономического роста.** Недостаточное финансирование вузов породило стремление увеличить количество студентов, обучающихся на коммерческой основе. Однако **более слабая общеобразовательная подготовка большинства студентов, обучающихся платно** (средний балл ЕГЭ бюджетного приема в 2022 году в целом по России был равен 70,3, в то время как средний балл ЕГЭ платного приема — 65,5<sup>1</sup>), **является фактором общего снижения уровня подготовки выпускающихся специалистов.** По данным опроса работодателей, проводившегося в 2021 году компанией HeadHunter, 93 % респондентов оценивали профессионализм выпускников как средний и ниже среднего<sup>2</sup>. Как можно видеть, ориентация на краткосрочные выгоды приводит к негативным эффектам в долгосрочной перспективе.

**Болонские соглашения**, к которым Россия присоединилась в 2003 году, дали право российским студентам продолжать учебу в престижных европейских вузах и работать за рубежом, но **фактически стали катализатором утечки талантливых, высококвалифицированных кадров из нашей страны.** Другие следствия вступления России в Болонскую систему:

- уменьшение количества лет обучения в бакалавриате до четырех;
- низкая доля выпускников бакалавриата, продолжающих обучение в магистратуре (на 558,8 тыс. выпускников бакалавриата в 2020 году приходится 165,2 тыс. выпускников магистратуры в 2022 году, что составляет около 30 %)<sup>3</sup>;
- обучение в магистратуре, совмещаемое с работой (по данным опроса, проведенного в 2019/2020 учебном году в рамках проекта «Мониторинг экономики образования», 84 % студентов, обучающихся в магистратуре, совмещают учебу с работой [7]);
- возможность произвольно комбинировать бакалаврский и магистерский образовательные треки.

Все это — факторы, затрудняющие получение качественного системного высшего образования.

**Недостаточное финансирование науки и образовательных учреждений, низкий статус преподавателя и ученого в нашем обществе** (средний уровень заработной платы в сфере образования составляет в 2022 году 75,05 % от среднего по всем отраслям<sup>4</sup>) — факторы, объясняющие низкую мотивацию выпускников заниматься научной деятельностью и, как следствие, снижение темпов воспроизводства научно-педагогических кадров.

Кроме того, как отмечают Г. Е. Зборовский, П. А. Амбарова, В. С. Каташинских и др., проводимая государством и отдельными учебными заведениями **политика реформирования и оптимизации высшего образования вызвала негативную реакцию в академическом сообществе и у населения и породила недоверие к политике управления высшей школой на всех его уровнях, что тормозит развитие конкретных образовательных организаций и высшей школы в целом [8].**

Все вышеперечисленные факторы указывают на сложность системы образования как объекта управления, состоящего из множества взаимосвязанных элементов, влияние которых может быть заметно с задержкой во времени, а поведение — контринтуитивно. Этим обосновывается необходимость создания комплекса компьютерных моделей системы образования, который позволит дать целостное представление о системе образования во взаимосвязи с экономикой страны с учетом влияния социальных и поведенческих факторов, а также технологических трендов. **Комплекс компьютерных моделей системы высшего образования позволит проигрывать различные сценарии ее стратегического развития и оценивать долгосрочные последствия управленческих решений.**

## 2. Обзор имитационных моделей сферы образования

К теме моделирования системы образования исследователи обращались не раз. Подробный обзор литературы по этой тематике до 2011 года представлен в работах М. Kennedy [9, 10]. Он рассматривал системно-динамические модели, разработанные для исследования управленческих и педагогических аспектов образования, среди которых выделил:

- корпоративное управление;
- планирование;
- бюджетирование;
- качество обучения;
- практику обучения;
- микромиры (интерактивные образовательные среды и имитационные модели как тренажеры для менеджеров);

<sup>1</sup> Качество приема в российские вузы: 2022. Национальный исследовательский институт «Высшая школа экономики». <https://www.hse.ru/ege2022/>

<sup>2</sup> Лежнева Л. Тень знаний: работодатели назвали самых востребованных специалистов. *Известия*. 07.09.2021. <https://iz.ru/1217736/liubov-lezhneva/ten-znanii-rabotodateli-nazvali-samykh-nevostrebovannykh-spetcialistov>

<sup>3</sup> Образование в цифрах: 2023: краткий статистический сборник. М.: ИСИЭЗ ВШЭ; 2023. DOI:10.17323/978-5-7598-3004-7

<sup>4</sup> Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций по видам экономической деятельности в Российской Федерации с 2013 года. *Федеральная служба государственной статистики. Рынок труда, занятость и заработная плата*. [https://rosstat.gov.ru/labor\\_market\\_employment\\_salaries](https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries)

- спрос и зачисление;
- внешние силы/законодательство;
- управление человеческими ресурсами.

Модели были классифицированы по уровням образовательной системы:

- национальный;
- региональный;
- университетский;
- факультетский;
- школьный.

Согласно анализу М. Kennedy, наибольшее число работ посвящены корпоративному управлению, планированию и бюджетированию на уровне вуза. Например, К. Saeed в статье «**The dynamics of collegial systems in the developing counties**» [11] исследовал динамику университета как коллегиальной системы (группы профессионалов, создающих нематериальные продукты и услуги) в контексте развивающихся стран. В работе Z. Sinuany-Stern «**Cost simulation models for university budgeting**» [12] описана общая структура имитационной модели затрат для университетского планирования и ее взаимосвязь с процедурой бюджетного планирования. P. L. Galbraith в серии статей [13, 14] исследовал влияние управленческой политики на институциональную эффективность, уделяя особое внимание временным задержкам между изменением политики и получением очевидных результатов.

Работы, посвященные моделированию деятельности вуза, публиковались и российскими исследователями. М. И. Грачев и др. [15] представили разработанную ими имитационную модель, которая описывает основные функциональные элементы системы управления образовательной организацией высшего образования и предлагается в качестве основы построения исследовательских моделей для оценки функционирования такой системы в целом. В монографии И. С. Клименко «**Управление качеством образования: опыт системного анализа и институционализации**» [16] представлена концептуальная модель управления образовательной деятельностью высшей школы, предназначенная для оценивания качества подготовки специалистов, прогнозирования развития системы подготовки кадров и управления рисками. Кроме того, предметом исследований Д. Г. Корнеева, М. С. Гаспаряна и А. А. Микрюкова, описанных в статье «**Онтологический подход к моделированию инновационных процессов на примере распределенной образовательной сети вуза**» [17], является проблема моделирования и алгоритмизации формирования образовательных программ с учетом реализации компетентностно-ориентированной модели обучения в распределенной образовательной среде вуза. Для решения этой проблемы авторы предлагают использовать онтологический подход.

В работе Г. А. Угольницкого и В. К. Дьяченко «**Имитационное моделирование социального партнерства в системе высшего образования**» [18] была предложена имитационная модель социального партнерства в системе дополнительного профессио-

нального образования, которая позволяет сравнивать последствия различных способов организации такого партнерства. Сценарные расчеты, проведенные на модели, позволили сделать вывод о необходимости объединения усилий субъектов социальной подготовки и достижения каждым субъектом своих целей.

Ряд исследований посвящен стратегическому планированию деятельности университетов. F. Cosenz в статье «**Designing dynamic performance management systems in higher education institutions**» [19] рассмотрел проблемы управления устойчивым развитием в высших учебных заведениях на основе концепции «академической эффективности» как отправной точки стратегического планирования и оценки достижения конкурентного и социального успеха университета. В работе M. Fooladvand, M. H. Yarmohammadian, S. Shahtalebi «**The application strategic planning and balance scorecard modeling in enhance of higher education**» [20] исследованы вопросы применения моделей стратегического планирования и сбалансированной системы показателей для повышения качества высшего образования. H. Kim, M. T. Rehg в статье «**Using systems mapping to inform the strategic planning process in higher education**» [21] показали пример использования системных потоковых диаграмм для поддержки процесса стратегического планирования в университете, что позволило углубить понимание связей между секторами образовательной системы для принятия управленческих решений. Динамическая имитационная модель была показана в работе L. Trivella, N. K. Dimitrios «**Knowledge management strategy within the higher education. The Case of Greece**» [22]. Она используется для оценки эффектов применения стратегии управления знаниями в университетах Греции для повышения качества предоставляемых ими услуг и обеспечения соответствия требованиям общества знаний, европейским стандартам и глобальному миру рынка.

Примеры моделирования системы образования на национальном или региональном уровне встречаются в литературе реже. А. С. Ваганова в работе «**Моделирование процессов управления системой высшего образования региона**» [23] обосновывает необходимость проведения сценарных расчетов на имитационных моделях для оценки социально-экономической эффективности управленческих решений в региональной образовательной политике. D. Kaynak, R. Shinde в статье «**Analysis of the turkish education system: A system dynamics approach on dropouts and deficiencies in job market**» [24] представили разработанную ими модель системы образования Турции и рынка труда для оценки мер государственной политики, направленной на повышение качества системы образования и удовлетворение ожиданий отрасли. Результаты моделирования позволили сделать выводы в пользу политики инвестирования в улучшение существующих университет-

ских систем, а не в открытие новых университетов, а также указали на необходимость стимулирования промышленной поддержки профессионально-технических училищ. **P. Guevara, R. Zuniga, L. Lopez в работе «Coordination failures in complex environments: A model for primary education systems in developing countries»** [25] подтвердили необходимость исследования положительных обратных связей и нелинейных взаимодействий элементов в системе образования. С помощью экспериментов на имитационной модели начального образования Никарагуа авторам удалось объяснить, почему государственные реформы не достигают желаемых результатов.

Ряд исследований посвящены моделированию отдельных функций в системе образования. Имитационная модель «Уровень ЕГЭ в регионе» **А. В. Высоцкой** [26] позволяет оценивать успешность освоения образовательных программ в зависимости от стимулирующих мер государственной политики. **В работе А. Д. Савиной и Е. А. Пономаревой «Оценка влияния перехода к риск-ориентированному регулированию учреждений высшего образования»** [27] представлены имитационные модели процессов государственного контроля в сфере высшего образования. Для каждого вида контроля (лицензирование, лицензионный контроль, контроль качества и государственный надзор) в моделях рассчитываются ожидаемая продолжительность мероприятий и затраты на их проведение.

Сфера образования может моделироваться не только на национальном, региональном и университетском уровне, но и на уровне поведения индивидов. Например, в статье **М. М. Manesh, F. Khatami «A system dynamics model to design a more effective education system»** [28] можно найти пример моделирования динамики выгорания студентов в процессе выполнения домашних заданий.

Как видно из приведенного обзора литературы, в научном сообществе представлены наработки в области моделирования сферы образования, но проблема инструментария оценки последствий управленческих решений в сфере образования на государственном уровне окончательно не решена. **Целью работы является создание инструмента, позволяющего анализировать и прогнозировать динамику ключевых показателей эффективности системы высшего образования Российской Федерации и оценивать долгосрочные последствия возможных сценариев развития этой системы.**

### 3. Методы моделирования социально-экономических систем

При описании системы высшего образования нам необходимо учесть ее сложность, большое количество взаимосвязей составляющих ее элементов и при этом добиться простоты и наглядности модели. Эта задача решается за счет **декомпозиции системы на взаимосвязанные подсистемы и построения модельного комплекса по иерархическому принципу** [29].

Система высшего образования может рассматриваться с точки зрения различных аспектов (экономического, социального, финансового, поведенческого) и на разных уровнях (национальном, региональном, университетском, на уровне индивида). Для поддержки такого многоаспектного представления сложной системы используется **стратифицированное описание**, в котором выделяются уровни представления, называемые стратами [30]. Применение данного подхода на примере комплекса моделей пенсионной системы было представлено нами в работе «Стратификация и формирование комплекса компьютерных моделей пенсионной системы Российской Федерации в гетерогенной информационно-аналитической среде» [31].

В зависимости от уровня представления и природы рассматриваемых процессов их моделирование может выполняться с помощью различных методов и подходов [32]. Как сложная социально-экономическая система, система высшего образования обладает следующими свойствами:

- целостность;
- большое количество причинно-следственных связей;
- контринтуитивное поведение;
- запаздывание реакций на внешние воздействия;
- эффект памяти;
- динамичность и массовость процессов и явлений;
- случайность и неопределенность в их развитии.

**При моделировании системы на высоком уровне агрегации**, когда отображение дискретности отдельных элементов процессов является избыточным, применяется метод системной динамики, с помощью которого система описывается как совокупность взаимосвязанных информационных, материальных, финансовых потоков и их резервуаров — накопителей [33]. **Математической основой системно-динамической модели являются дифференциальные уравнения**, описывающие динамику состояний системы. **Для параметризации причинно-следственных связей в системно-динамической модели могут быть использованы эконометрические (регрессионные) модели. Для описания качественных взаимодействий**, которые не могут быть параметризованы регрессионными методами, **применяются когнитивные модели** [34].

**Поведение сложной социально-экономической системы может также рассматриваться как результат поведения множества индивидуальных агентов**, составляющих систему; для моделирования этих процессов используется агентный подход [35]. Применение агентного моделирования обоснованно, когда в модели необходимо учесть состояния и процессы принятия решений отдельных индивидов. Опыт построения агентных моделей социально-экономических систем отражен в трудах ученых Центрального экономико-математического института РАН В. Л. Макарова, А. Р. Бахтизина, А. С. Аكوпова и др. [36–38].

При моделировании системы высшего образования целесообразно строить композитную модель, т. е. модель, которая на каждом уровне представления описывается наиболее подходящим методом. При этом необходимо, чтобы инструментарий моделирования поддерживал взаимодействие моделей разных уровней. *Для реализации этого подхода в нашем исследовании мы используем систему имитационного моделирования Anylogic*, поддерживающую системно-динамическую, агентную и дискретно-событийную парадигмы моделирования, а также позволяющую выстраивать иерархию объектов модели и интегрировать модель с базой данных.

#### 4. Комплекс имитационных моделей системы высшего образования

Предлагаемый комплекс имитационных моделей системы высшего образования описывает процессы и взаимодействие **основных социально-экономических институтов и элементов системы высшего образования Российской Федерации**, таких как:

- образовательные организации;
- студенты;
- научно-педагогические кадры;
- работодатели на рынке труда.

Эти элементы действуют как агенты со своими собственными интересами, целями, стратегиями и поведением. *Образовательные организации* ставят цели достижения эффективности и высоких финансовых результатов своей деятельности. *Научно-педагогические кадры* хотят иметь стабильную и хорошо оплачиваемую работу с возможностью саморазвития и самореализации. *Студенты* различаются в своих финансовых возможностях получения образования и карьерных планах, что отражается на выбираемых ими образовательных траекториях. *Работодатели* на рынке труда стремятся получить высококвалифицированных сотрудников, но образовательные организации не предоставляют им необходимый спектр специалистов. *Метод агентного моделирования*

используется для описания свойств, поведения и взаимодействий указанных агентов системы высшего образования в рамках модели.

В комплексе имитационных моделей учитываются **современные тенденции, влияющие на развитие системы высшего образования Российской Федерации**. *Во-первых*, сокращение бюджетного финансирования образовательных организаций вынуждает их искать альтернативные финансовые ресурсы и сокращать расходы. Это вызывает противоречие между экономической эффективностью и качеством предоставления образовательных услуг. *Во-вторых*, с выходом учреждений высшего образования на мировой рынок образовательных услуг усилилась конкуренция на рынке за ресурсы и студентов. *В-третьих*, быстрое развитие технологий приводит к устареванию имеющихся профессий и появлению новых, что вынуждает образовательные организации оперативно реагировать на изменения рыночного спроса и требований к образовательным программам. *В-четвертых*, развитие и распространение технологий дистанционного образования, а также региональная дифференциация доходов населения влияет на доступность высшего образования и вносит коррективы в образовательные траектории студентов. Эти моменты нашли отражение в имитационных моделях, описывающих динамику соответствующих процессов и развитие системы в целом. *Для моделирования названных процессов используется метод системной динамики*.

**Комплекс моделей системы высшего образования** состоит из подмоделей «Население», «Образовательные учреждения», «Рынок труда», каждая из которых детализируется подмоделями следующего уровня. Иерархия подмоделей комплекса моделей системы высшего образования представлена на рисунке 1.

*Подмодель «Население» описывает процессы воспроизводства, обучения и занятости населения* и реализована в виде агентной модели «Индивиды», которая содержит подмодели «Семья», «Обучение», «Трудовая деятельность». В комплексе



Рис. 1. Иерархия подмоделей комплекса моделей системы высшего образования

Fig. 1. Hierarchy of submodels of the higher education system model complex

моделей системы высшего образования моделируются следующие процессы:

- процесс построения индивидуальных образовательных траекторий, включая выбор уровня образования, который человек намерен получить (бакалавриат, магистратура, аспирантура, докторантура);
- выбор специализации;
- выбор учебных заведений (государственных или частных);
- выбор формы обучения (очная, заочная);
- выбор метода финансирования (бюджетное финансирование, платное обучение).

Поскольку на формирование образовательной стратегии человека существенно влияет уровень образования и доходов его родителей, подмодель учитывает динамику семейных отношений. По окончании обучения (или во время него) человек начинает трудовую деятельность, успех которой зависит от уровня полученного образования, а также его соответствия требованиям рынка труда. Подмодель рассчитывает такие показатели, как общий уровень образования и численность населения по уровню образования.

Подмодель «Семья» реализуется с помощью класса Family, основные характеристики класса представлены в таблице 1.

Диаграмма состояний агента, отражающая изменения семейного статуса индивида, представлена на рисунке 2.

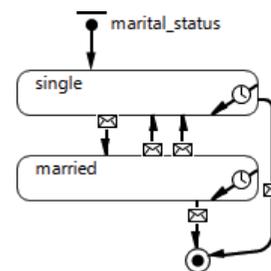


Рис. 2. Диаграмма состояний индивида подмодели «Семья» (класс Family)

Fig. 2. Individual's state chart in the Family submodel

Подмодель «Обучение» реализуется с помощью класса Education, основные характеристики класса представлены в таблице 2.

Диаграмма состояний агента, отражающая изменения уровня образования индивида, представлена на рисунке 3. На диаграмме представлены уровни:

- дошкольное образование;
- начальная школа;
- средняя школа;
- бакалавриат;
- магистратура;
- аспирантура;
- докторантура.

Для бакалавриата, магистратуры и аспирантуры состояния агента детализируются на обучение очное и заочное, бюджетное и платное.

Таблица 1 / Table 1

### Описание класса Family

#### Description of the Family class

№ п/п	Атрибуты класса	Описание
1	father	Ссылка на агента-отца
2	mother	Ссылка на агента-мать
3	spouse	Ссылка на агента-супруга
4	children	Массив ссылок на агентов-детей
5	Family_size	Размер семьи
	Методы класса	Описание
1	marry	Процедура выбора агентом потенциального супруга и заключение брака с параметрически заданной вероятностью
2	divorce	Процедура развода агента с супругом с параметрически заданной вероятностью
3	childbirth	Процедура рождения детей с параметрически заданной вероятностью в зависимости от возраста агента
4	Set_family_size	Процедура пересчета размера семьи при изменении семейного статуса и рождении детей

Таблица 2 / Table 2

### Описание класса Education

#### Description of the Education class

№ п/п	Атрибуты класса	Описание
1	Score	Балл, полученный при выпуске из средней школы
2	E_programme	Образовательная программа, на которой обучался индивид
3	Education_level	Текущий уровень образования индивида
4	Desired_budget_programme	Бюджетная программа, на которую хотел бы поступить индивид (приоритет)
5	Desired_commercial_programme	Коммерческая программа, на которую хотел бы поступить индивид
	Методы класса	Описание
1	Choose_educational_programme	Процедура выбора индивидом образовательной программы на основе балла, полученного в школе, и финансовых возможностей семьи
2	Enroll	Процедура зачисления на образовательную программу

Таблица 3 / Table 3

Описание класса Working\_activity

Description of the Working\_activity class

№ п/п	Атрибуты класса	Описание
1	Experience	Опыт работы индивида (количество лет)
2	Industry	Экономическая сфера (отрасль экономики), в которой работает индивид
3	Salary	Размер заработной платы индивида
4	Family_income_per_capita	Семейный доход на человека
Методы класса		Описание
1	Set_family_income_per_capita	Процедура определения семейного дохода на человека с учетом состава и размера семьи
2	Get_employed	Вероятностная процедура принятия на работу в зависимости от экономической ситуации на рынке труда и наличия рабочих мест
3	Get_unemployed	Вероятностная процедура увольнения с работы в зависимости от экономической ситуации на рынке труда и наличия рабочих мест

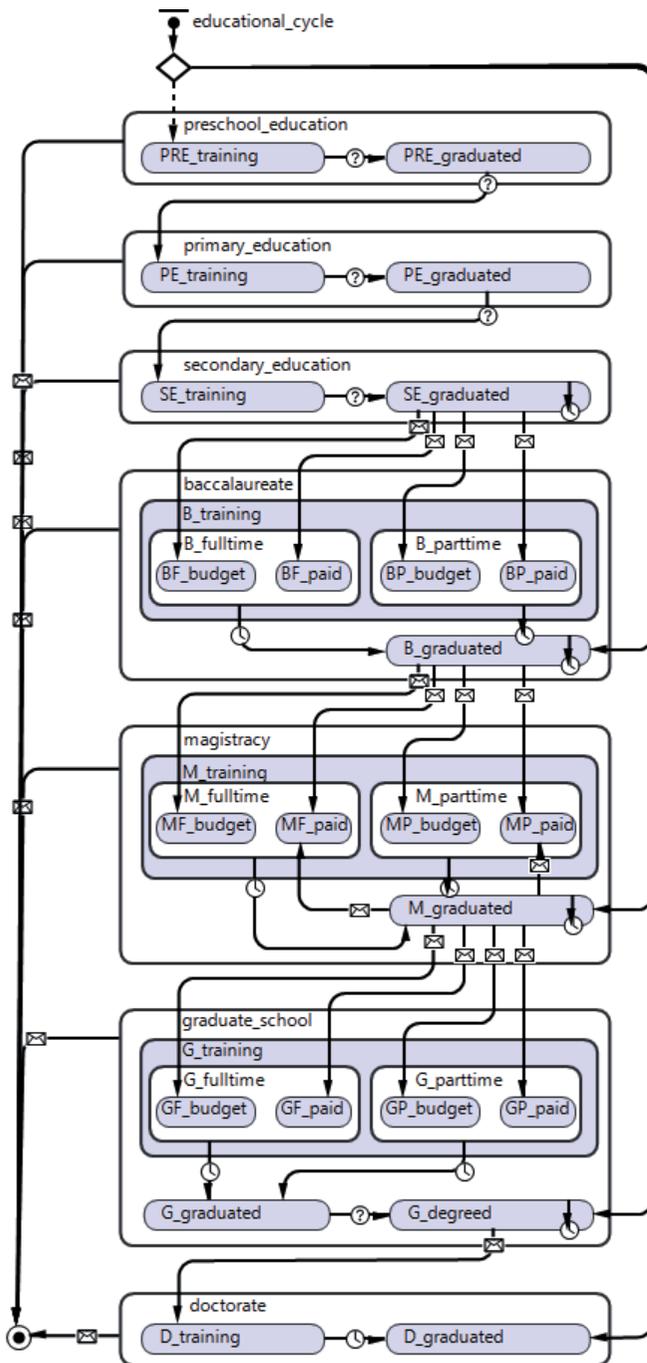


Рис. 3. Диаграмма состояний индивида в подмодели «Обучение» (класс Education)

Fig. 3. Individual's state chart in the Education submodel

Подмодель «Трудовая деятельность» реализуется с помощью класса Working\_activity, основные характеристики класса представлены в таблице 3.

Диаграмма состояний агента, отражающая изменения трудового статуса, представлена на рисунке 4. На диаграмме представлены состояния агента «безработный» и «занятый», последнее детализируется уровнями продвижения по карьерной лестнице:

- начинающий специалист;
- профессионал;
- руководитель.

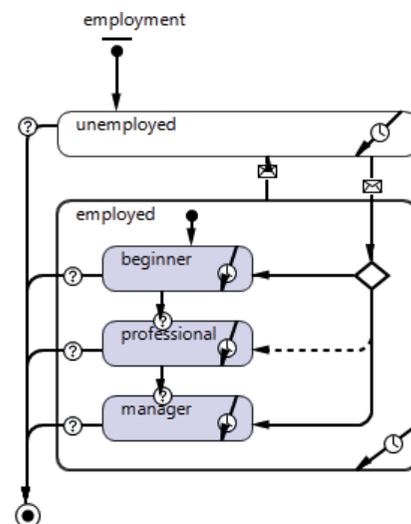


Рис. 4. Диаграмма состояний индивида в подмодели «Трудовая деятельность» (класс Working activity)

Fig. 4. Individual's state chart in the Working activity model

Подмодель «Образовательные учреждения» описывает динамику развития высших учебных заведений, включая процессы зачисления, подготовки и выпуска бакалавров, магистров, аспирантов, докторантов, процессы получения и рас-

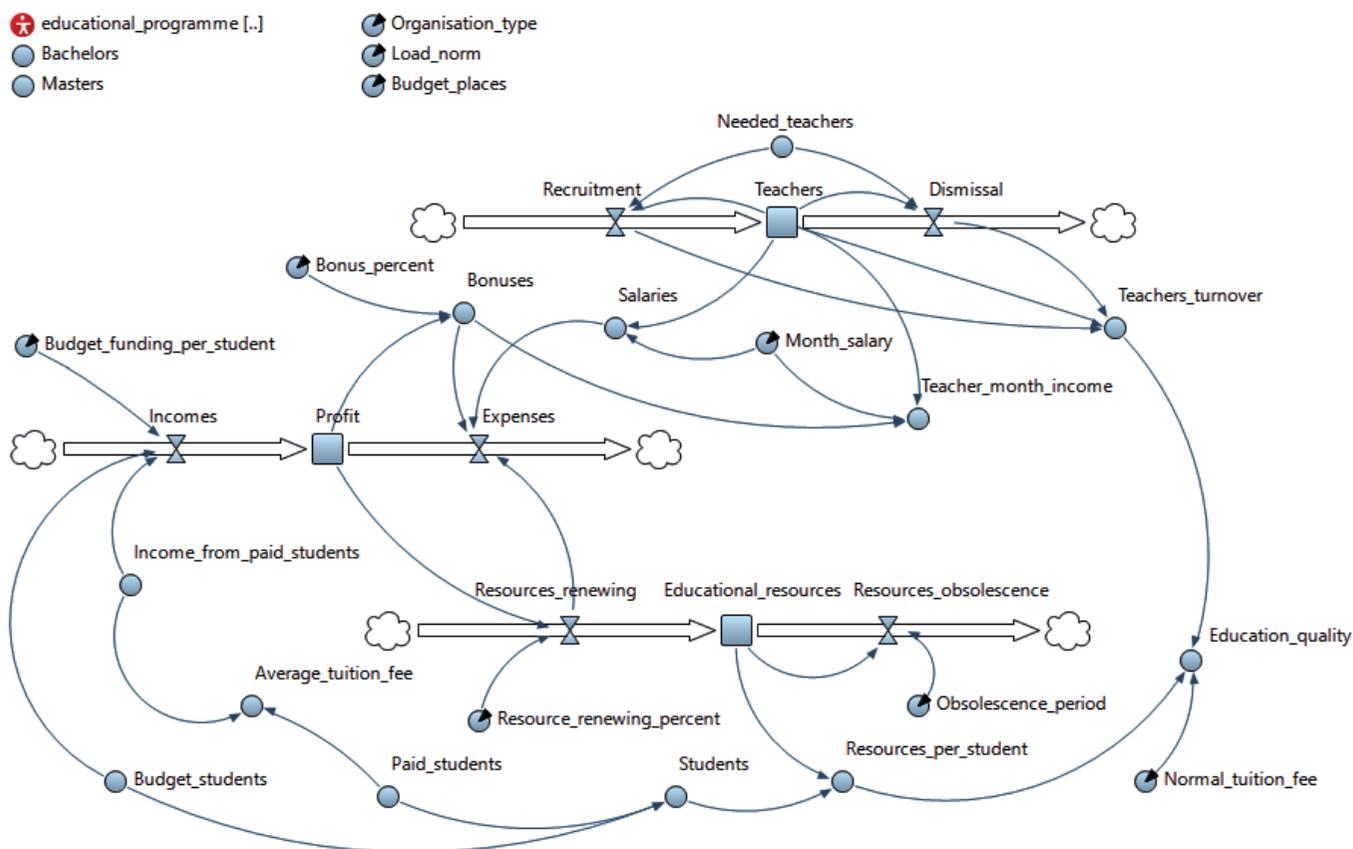


Рис. 5. Системная потоковая диаграмма подмодели «Учреждение высшего образования» (класс Higher education organisation)

Fig. 5. System flow chart of the Higher education organization submodel

ходования ресурсов, процессы найма и увольнения профессорско-преподавательского состава. Подмодель рассчитывает такие показатели деятельности образовательного учреждения, как качество предоставляемого образования и прибыльность организации.

Подмодель «Учреждение высшего образования» моделируется как агент и реализуется классом Higher\_education\_organisation. Состояние агента описывается системной потоковой диаграммой, представленной на рисунке 5.

Основные параметры класса Higher\_education\_organisation представлены в таблице 4.

Таблица 4 / Table 4

**Описание класса Higher\_education\_organisation**

**Description of the Higher\_education\_organisation class**

№ п/п	Атрибуты класса	Описание
1	Educational_programme	Набор (массив) образовательных программ, предлагаемых образовательным учреждением
2	Organisation_type	Тип организации (государственная, частная)
3	Load_norm	Норматив нагрузки преподавателя

Окончание таблицы 4 / End of the table 4

№ п/п	Атрибуты класса	Описание
4	Budget_places	Количество бюджетных мест
5	Normal_tuition_fee	Базовая стоимость обучения (увеличивается, если доходы от образовательной деятельности не покрывают расходы)
6	Budget_funding_per_student	Размер государственного финансирования одного бюджетного места
7	Month_salary	Оклад преподавателя
8	Bonus_percent	Премияльный процент, который может добавляться к окладу преподавателя
9	Resource_renewing_percent	Процент обновления ресурсной базы* в год
10	Obsolescence_period	Период устаревания ресурсной базы

\* В этом контексте ресурсная база — это материальное обеспечение, необходимое для организации и ведения образовательного процесса. Например, компьютеры, программное обеспечение, оборудование, учебная литература и т. п.

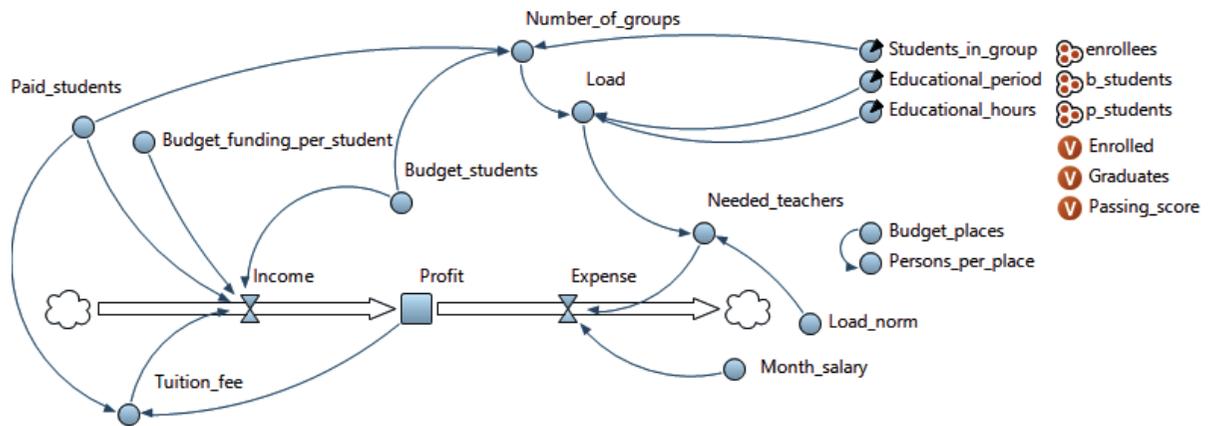


Рис. 6. Системная потоковая диаграмма подмодели «Образовательная программа» (класс Educational programme)  
 Fig. 6. System flow chart of the Educational programme submodel

Класс Higher\_education\_organisation содержит подкласс Educational\_programme, которым реализуется подмодель «Образовательная программа». Состояния каждой образовательной программы конкретного учреждения высшего образования описываются с помощью системной потоковой диаграммы, представленной на рисунке 6.

Основные характеристики класса Educational\_programme представлены в таблице 5.

**Подмодель «Рынок труда» описывает экономическую составляющую модели.** Моделируется спрос на рабочую силу с учетом необходимого уровня образования и направления подготовки.

Удовлетворение потребностей в рабочей силе влияет на общее экономическое развитие и, в частности, на уровень доходов населения.

Подмодель реализуется с помощью класса Labour\_market, каждый экземпляр которого соответствует определенной отрасли экономики: торговля, образование, сельское хозяйство, производство, здравоохранение, транспорт, услуги, строительство. Динамика состояния каждой отрасли описывается с помощью системной потоковой диаграммы, представленной на рисунке 7.

Основные характеристики класса Labour\_market представлены в таблице 6.

Таблица 5 / Table 5

**Описание класса Educational\_programme**  
**Description of the Educational\_programme class**

№ п/п	Атрибуты класса	Описание
1	Specialisation	Направление подготовки
2	Education_level	Уровень образования
3	Teaching_form	Форма обучения (очно, заочно)
4	Students_in_group	Размер учебной группы
5	Educational_period	Длительность обучения, количество лет
6	Educational_hours	Количество учебных часов
7	enrolees	Массив ссылок на агентов-индивидов, поступающих на программу
8	b_students	Массив ссылок на агентов-студентов, обучающихся на бюджетных местах
9	p_students	Массив ссылок на агентов-студентов, обучающихся на коммерческой основе
10	Enrolled	Количество студентов, зачисленных на программу
11	Graduates	Количество выпускников программы
12	Passing_score	Проходной балл
	Методы класса	Описание
1	Enrollment	Процедура отбора абитуриентов и их зачисление на образовательную программу

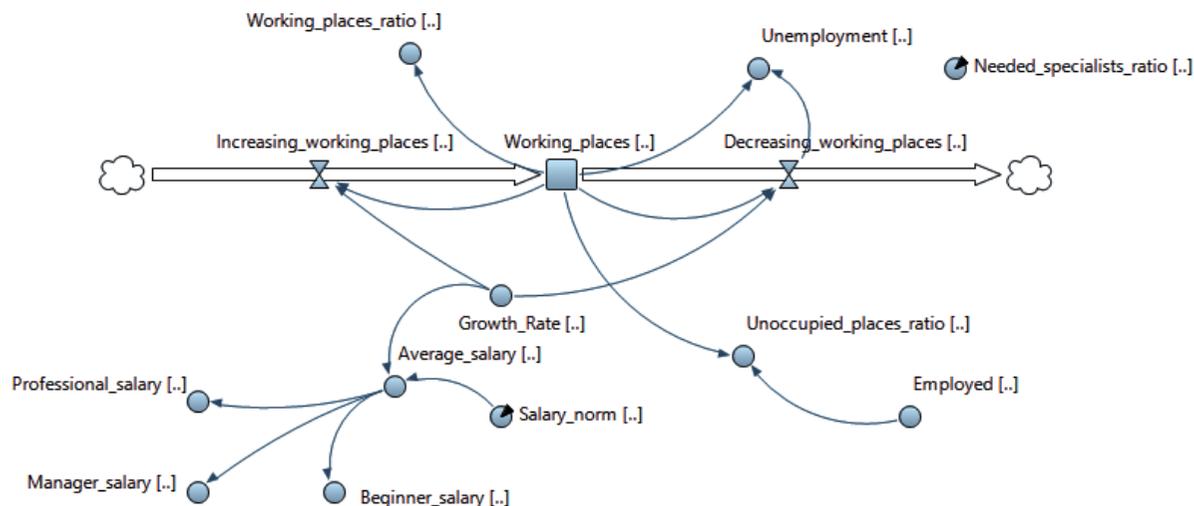


Рис. 7. Системная потоковая диаграмма подмодели «Рынок труда» (класс Labour market)

Fig. 7. System flow chart of the Labour market submodel

Таблица 6 / Table 6

### Описание класса Labour\_market

#### Description of the Labour\_market class

№ п/п	Атрибуты класса	Описание
1	Working_places	Количество рабочих мест
2	Increasing_working_places	Годовое увеличение количества рабочих мест
3	Decreasing_woking_places	Годовое уменьшение количества рабочих мест
4	Working_places_ratio	Отношение доли рабочих мест в отрасли к количеству всех рабочих мест
5	Unemployment	Процент увольняемых из-за сокращения количества рабочих мест
6	Growth_Rate	Темп роста отрасли
7	Unoccupied_places_ratio	Доля незанятых рабочих мест
8	Employed	Количество занятых
9	Average_salary	Средняя заработная плата
10	Salary_norm	Массив начальных размеров заработной платы по отраслям
11	Beginner_salary	Размер заработной платы начинающего специалиста
12	Professional_salary	Размер заработной платы профессионала
13	Manager_salary	Размер заработной платы руководителя

## 5. Заключение

Представленный комплекс имитационных моделей системы высшего образования направлен на анализ, оценку и прогноз следующих процессов и показателей:

- качество и доступность высшего профессионального образования;
- спрос на образовательные услуги со стороны населения и его влияние на функционирование системы высшего образования с учетом демографических тенденций;

- потребности рынка труда по отраслям и уровень их удовлетворения образовательными учреждениями;
- финансовые, кадровые и материальные потребности в системе высшего образования;
- воспроизводство научно-педагогических кадров в системе высшего образования;
- финансовая политика в сфере высшего образования, касающаяся бюджетных и коммерческих форм обучения.

Разработанный комплекс имитационных моделей является базовым, может быть дополнен и па-

раметризован в соответствии со статистическими данными как на уровне региона, так и на уровне страны. Комплекс моделей может быть использован в контуре систем поддержки принятия решений органами федерального управления для анализа функционирования системы высшего образования и разработки долгосрочной стратегии ее развития.

### Список источников / References

1. *Agasisti T., Egorov A., Maximova M.* Do merger policies increase universities' efficiency? Evidence from a fuzzy regression discontinuity design. *Applied Economics*. 2021;53(2):185–204. DOI: 10.1080/00036846.2020.1803488.

2. Тенденции развития высшего образования в мире и в России. Аналитический доклад-дайджест. М.: Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова; 2021. 199 с. Режим доступа: <https://www.rea.ru/ru/org/managements/Nauchno-issledovatelskijj-institut-razvitiya-obrazovaniya/Documents/Доклад-дайджест%20Тенденции%20развития%20высшего%20образования.pdf>

[Trends in the development of higher education in the world and in Russia. Analytical report-digest. Moscow, Plekhanov Russian University of Economics; 2021. 199 p. (In Russian.) Available at: <https://www.rea.ru/ru/org/managements/Nauchno-issledovatelskijj-institut-razvitiya-obrazovaniya/Documents/Доклад-дайджест%20Тенденции%20развития%20высшего%20образования.pdf>]

3. *Froumin I., Kouzminov Y., Semyonov D.* Institutional diversity in Russian higher education: Revolutions and evolution. *European Journal of Higher Education*. 2014;4(3):209–234. EDN: OUMDPV. DOI: 10.1080/21568235.2014.916532.

4. *Ахметшин Э. М.* Цифровая трансформация высшего образования: состояние, проблемы и перспективы. *Инновации*. 2020;(2(256)):83–88. EDN: WUOSMB. DOI: 10.26310/2071-3010.2020.256.2.011.

[*Akhmetshin E. M.* Digital transformation of higher education: State, problems and prospects. *Innovations*. 2020;(2(256)):83–88. (In Russian.) EDN: WUOSMB. DOI: 10.26310/2071-3010.2020.256.2.011.]

5. *Agasisti T., Egorov A., Zinchenko D., Leshukov O.* Efficiency of regional higher education systems and regional economic short-run growth: Empirical evidence from Russia. *Industry and Innovation*. 2021;28(4):507–534. DOI: 10.1080/13662716.2020.1738914.

6. *Мусаелян Л. А., Зырянов С. Г.* Глобальные вызовы России и некоторые проблемы системы отечественного высшего образования. *Социум и власть*. 2022;(2(92)):40–52. EDN: DHSWTY. DOI: 10.22394/1996-0522-2022-2-40-52.

[*Musaelyan L. A., Zyryanov S. G.* Global challenges of Russia and some problems of the domestic higher education system. *Society and Power*. 2022;(2(92)):40–52. (In Russian.) EDN: DHSWTY. DOI: 10.22394/1996-0522-2022-2-40-52.]

7. *Рожкова К. В., Травкин П. В.* Карьерные планы студентов вузов: информационный бюллетень. М.: НИУ ВШЭ; 2022. 40 с. EDN: ETKWBG. DOI: 10.17323/978-5-7598-2607-1.

[*Rozhkova K. V., Travkin P. V.* Career plans of university students: Information bulletin. Moscow, ID HSE; 2022. 40 p. (In Russian.) EDN: ETKWBG. DOI: 10.17323/978-5-7598-2607-1.]

8. *Зборовский Г. Е., Амбарова П. А., Каташинских В. С., Шаброва Н. В., Шуклина Е. А.* Доверие как фундаментальная проблема российского высшего образования. Екатеринбург: Гуманитарный университет; 2020. 382 с. EDN: QTLWYC.

[*Zborovskiy G. E., Ambarova P. A., Katashinskikh V. S., Shabrova N. V., Shuklina E. A.* Trust as a fundamental problem of Russian higher education. Ekaterinburg, Humanities University; 2020. 382 p. (In Russian.) EDN: QTLWYC.]

9. *Kennedy M.* A review of system dynamics models of educational policy issues. *Proc. of the 29th Int. Conf. of the System Dynamics Society*. System Dynamics Society, Curran Associates, Inc.; 2011;3:1797–1820. Available at: <https://proceedings.systemdynamics.org/2011/proceed/papers/P1117.pdf>

10. *Kennedy M.* A taxonomy of system dynamics models of educational policy issues. *Proc. of the 29th Int. Conf. of the System Dynamics Society*. System Dynamics Society, Curran Associates, Inc.; 2008;2:1418–1439. Available at: <https://proceedings.systemdynamics.org/2008/proceed/papers/KENNE182.pdf>

11. *Saeed K.* The dynamics of collegial systems in the developing counties. *Higher Education Policy*. 1996;9(1):75–86. DOI: 10.1016/S0952-8733(96)90040-9.

12. *Sinuany-Stern Z.* Cost simulation models for university budgeting. *Computers, Environment and Urban Systems*. 1983;8(4):211–216. DOI: 10.1016/0198-9715(83)90010-8.

13. *Galbraith P. L.* System dynamics and university management. *System Dynamics Review*. 1998;14(1):69–84. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1727(199821)14:1<69::AID-SDR139>3.0.CO;2-T.

14. *Galbraith P. L.* When strategic plans are not enough: Challenges in university management. *System Dynamics: An International Journal of Policy Modelling*. 1998;X(1–2):55–84. Available at: [https://www.academia.edu/17379500/When\\_strategic\\_plans\\_are\\_not\\_enough](https://www.academia.edu/17379500/When_strategic_plans_are_not_enough)

15. *Грачев М. И., Бурлов В. Г., Чудаков О. Е., Примакин А. И.* Имитационная модель управления образовательной организацией высшего образования. *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. 2021;10(1(53)):57–62. EDN: BJCEUH. DOI: 10.46548/21vek-2021-1053-0010.

[*Grachev M. I., Burlov V. G., Chudakov O. E., Primakin A. I.* Simulation model of educational management organization of higher education. *XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present Plus*. 2021;10(1(53)):57–62. (In Russian.) EDN: BJCEUH. DOI: 10.46548/21vek-2021-1053-0010.]

16. *Клименко И. С.* Управление качеством образования: опыт системного анализа и институционализации. М.: «КДУ», «Добросвет»; 2021. 253 с. EDN: SISSMG. DOI: 10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1193-1-2021-253.

[*Klimenko I. S.* Quality management of education: Experience of system analysis and institutionalization. Moscow, “KDU”, “Dobrosvet”; 2021. 253 p. (In Russian.) EDN: SISSMG. DOI: 10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1193-1-2021-253.]

17. *Корнеев Д. Г., Гаспарян М. С., Микрюков А. А.* Онтологический подход к моделированию инновационных процессов на примере распределенной образовательной сети вуза. *Открытое образование*. 2019;23(5):4–13. EDN: GSUZH. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-5-4-13.

[*Korneev D. G., Gasparian M. S., Mikryukov A. A.* Ontological approach to modeling innovation processes on the example of a distributed educational network of the university. *Open Education*. 2019;23(5):4–13. (In Russian.) EDN: GSUZH. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-5-4-13.]

18. *Угольницкий Г. А., Дьяченко В. К.* Имитационное моделирование социального партнерства в системе высшего образования. *Анализ, моделирование и прогнозирование экономических процессов. Материалы V Международной научно-практической интернет-конференции*. 2013:302–306. EDN: SYITAP.

[*Ogolnitsky G. A., Dyachenko V. K.* Simulation modeling of social partnership in the higher education system. *Analysis, Modeling and Forecasting of Economic Processes. Proc. of the V Int. Scientific and Practical Internet Conf.* 2013:302–306. (In Russian.) EDN: SYITAP.]

19. *Cosenz F.* Designing dynamic performance management systems in higher education institutions. *Managing Sustainable Performance and Governance in Higher Education Institutions. A Dynamic Performance Management*

*Approach*. Springer, Cham; 2022:85–131. DOI: 10.1007/978-3-030-99317-7\_3.

20. Fooladvand M., Yarmohammadian M. H., Shahtalebi S. The application strategic planning and balance scorecard modelling in enhance of higher education. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2015;186:950–954. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.04.115.

21. Kim H., Rehg M. T. Using systems mapping to inform the strategic planning process in higher education. *Proc. of the 33rd Int. Conf. of the System Dynamics Society*. System Dynamics Society, Curran Associates, Inc.; 2015;2:1667–1683. Available at: <https://proceedings.systemdynamics.org/2015/proceed/papers/P1244.pdf>

22. Trivella L., Dimitrios N. K. Knowledge management strategy within the higher education. The Case of Greece. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2015;175:488–495. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1227.

23. Ваганова А. С. Моделирование процессов управления системой высшего образования региона. *Экономика и современный менеджмент: теория и практика. Сборник статей XXXII Международной научно-практической конференции*. Новосибирск: СибАК; 2013;(32):136–141. EDN: RSSGMD.

[Vaganova A. S. Management modeling system of higher education in the region. *Economics and Modern Management: Theory and Practice. Collection of Articles of XXXII Int. Scientific and Practical Conf.* Novosibirsk, SibAC; 2013;(32):136–141. (In Russian.) EDN: RSSGMD.]

24. Kaynak D., Shinde R. Analysis of the turkish education system: A system dynamics approach on dropouts and deficiencies in job market. *Proc. of the 34th Int. Conf. of the System Dynamics Society*. System Dynamics Society, Curran Associates, Inc.; 2016;3:1349–1366. Available at: <https://proceedings.systemdynamics.org/2016/proceed/papers/P1255.pdf>

25. Guevara P., Zuniga R., Lopez L. Coordination failures in complex environments: A model for primary education systems in developing countries. *Proc. of the 29th Int. Conf. of the System Dynamics Society*. System Dynamics Society, Curran Associates, Inc.; 2011;2:1334–1345. Available at: <https://proceedings.systemdynamics.org/2011/proceed/papers/P1224.pdf>

26. Высоцкая А. В. Система среднего общего образования в российских регионах: построение имитационной модели. *Ойкумена. Регионоведческие исследования*. 2018;(1(44)):30–37. EDN: YUJYTH. DOI: 10.24866/1998-6785/2018-1/30-37.

[Vysotskaya A. V. The system of secondary general education in the Russian regions: The construction of a simulation model. *Ojkumena. Regional Researches*. 2018;(1(44)):30–37. (In Russian.) EDN: YUJYTH. DOI: 10.24866/1998-6785/2018-1/30-37.]

27. Савина А. Д., Пономарева Е. А. Оценка влияния перехода к риск-ориентированному регулированию учреждений высшего образования. *Science for Education Today*. 2021;11(2):123–153. EDN: UYXE0X. DOI: 10.15293/2658-6762.2102.06.

[Savina A. D., Ponomareva E. A. Evaluating the impact of transition to risk-based regulation in higher education institutions. *Science for Education Today*. 2021;11(2):123–153. (In Russian.) EDN: UYXE0X. DOI: 10.15293/2658-6762.2102.06.]

28. Manesh M. M., Khatami F. A system dynamics model to design a more effective education system. *Proc. of the 29th Int. Conf. of the System Dynamics Society*. System Dynamics Society, Curran Associates, Inc.; 2021;1:560–572. Available at: <https://proceedings.systemdynamics.org/2021/papers/P1022.pdf>

29. Klir G. J. Architecture of systems problem solving. Springer, New York, USA; 1985. 540 p. DOI: 10.1007/978-1-4757-1168-4.

30. Mesarovic M. D., Macko D., Takahara Y. Theory of hierarchical, multilevel, systems. University of Wisconsin, Madison, Academic Press; 1970. 294 p.

31. Морозова Ю. А. Стратификация и формирование комплекса компьютерных моделей пенсионной системы Российской Федерации в гетерогенной информационно-аналитической среде: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.13. М.; 2012. 247 с. EDN: QFTYQT.

[Morozova Yu. A. Stratification and formation of a set of computer models of the pension system of the Russian Federation in a heterogeneous information and analytical environment. Cand. econ. sci. diss.: 08.00.13. Moscow; 2012. 247 p. (In Russian.) EDN: QFTYQT.]

32. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов. М.: Инфра-М; 2012. 254 с. EDN: QUVULB. DOI: 10.12737/724.

[Lyckhina N. N. Simulation modeling of economic processes. Moscow, Infra-M; 2012. 254 p. (In Russian.) EDN: QUVULB. DOI: 10.12737/724.]

33. Forrester J. W. Industrial dynamics. Massachusetts, USA, M.I.T. Press; 1961. 464 p. Available at: [http://www.lapropective.fr/dyn/francais/memoire/autres\\_textes\\_de\\_la\\_prospective/autres\\_ouvrages\\_numerises/industrial-dynamics-forrester-1961.pdf](http://www.lapropective.fr/dyn/francais/memoire/autres_textes_de_la_prospective/autres_ouvrages_numerises/industrial-dynamics-forrester-1961.pdf)

34. Axelrod R. Structure of decision: The cognitive maps of political elites. Princeton, New Jersey, USA, Princeton University Press; 1976. 422 p.

35. Schelling T. C. Models of segregation. *The American Economic Review*. 1969;59(2):488–493. Available at: <https://www.jstor.org/stable/1823701>

36. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р. Социальное моделирование — новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). М.: Экономика; 2013. 295 с. EDN: VAFHKV.

[Makarov V. L., Bakhtizin A. R. Social modeling is a new computer breakthrough (agent-oriented models). Moscow, Ekonomika; 2013. 295 p. (In Russian.) EDN: VAFHKV.]

37. Бахтизин А. Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика; 2008. 279 с. EDN: QSPBGD.

[Bakhtizin A. R. Agent-oriented models of the economy. Moscow, Ekonomika; 2008. 279 p. EDN: QSPBGD.]

38. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Бекларян Г. Л., Акопов А. С., Ровенская Е. А., Стрелковский Н. В. Агентное моделирование социально-экономических последствий миграции при государственном регулировании занятости. *Экономика и математические методы*. 2022;58(1):113–130. EDN: JYGIFS. DOI: 10.31857/S042473880018960-5.

[Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Beklaryan G. L., Akopov A. S., Rovenskaya E. A., Strelkovskii N. V. Agent-based modeling of social and economic impacts of migration under the government regulated employment. *Economics and Mathematical Methods*. 2022;58(1):113–130. (In Russian.) EDN: JYGIFS. DOI: 10.31857/S042473880018960-5.]

#### Информация об авторе

Кузнецова Юлия Александровна, канд. экон. наук, доцент департамента бизнес-информатики, Высшая школа бизнеса, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2849-6218>; e-mail: [yualkuznetsova@ya.ru](mailto:yualkuznetsova@ya.ru)

#### Information about the author

Yulia A. Kuznetsova, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor at the Department of Business Informatics, Graduate School of Business, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2849-6218>; e-mail: [yualkuznetsova@ya.ru](mailto:yualkuznetsova@ya.ru)

Поступила в редакцию / Received: 11.04.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 30.06.23.

Принята к печати / Accepted: 04.07.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-45-51

# ЦИФРОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ЗАПУСКА ИННОВАЦИЙ

Т. Н. Носкова<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> *Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия*

✉ noskovatn@gmail.com

## Аннотация

В основе постнеклассической методологии средо-ориентированного обучения лежит синтез информатики, психологии и педагогики. Педагогическими конструктами цифровой среды обучения являются три типа цифровых педагогических ресурсов: информационные, коммуникационные, управления учебно-познавательной деятельностью.

Междисциплинарный подход позволил определить цифровую систему обучения, функционирующую в образовательной среде, обогащенной цифровой частью. Цифровая система обучения включает в себя субъектов образовательного процесса (педагогов и обучающихся), а также новые объекты, функционирующие на цифровой платформе: три типа взаимосвязанных педагогических ресурсов. При определенных условиях система действует как целостность и выполняет образовательную функцию.

Ценность работы заключена в обосновании необходимости изменения связей в цифровой системе обучения для достижения инновационных эффектов. Обосновано, что необходимым условием проявления инновационных эффектов является актуализация новых связей и отношений между элементами выделенной системы. Глубинные изменения в цифровой системе обучения требуют кардинальной перестройки связей и отношений в русле постнеклассической педагогической методологии. Для этого необходимо в соответствии с первым фундаментальным законом кибернетики повысить разнообразие в системе управления процессом. Такое разнообразие может достигаться повышением меры свободы образовательных действий обучающихся не только через расширение пространственно-временных рамок деятельности, но и через возможности выбирать глубину, функциональность решения задачи, ситуацию ее решения за счет вариативности информационных и коммуникационных действий в цифровой среде. Расширение пространства образовательного выбора и связанной с ним ответственности способствует осознанной самостоятельности в обучении, переходу обучающегося из позиции объекта управления со стороны педагога в позицию субъекта со-управления, самоуправления учебной деятельностью.

Определен системообразующий фактор цифровой трансформации деятельности: постановка целей образовательной деятельности, связанной с принятием новых ценностей — терминальных и инструментальных. Обосновано появление третьего цифрового разрыва, препятствующего достижению инновационных эффектов в развивающейся образовательной среде.

Работа адресована преподавателям вузов, ориентированным на достижение новых результатов профессиональной подготовки при использовании цифровой среды. Излагаемые научные подходы являются новыми для отечественной и зарубежной практики.

**Ключевые слова:** педагогическая методология, цифровая образовательная среда, инновационные эффекты, цифровые педагогические ресурсы, терминальные ценности, инструментальные ценности, третий цифровой разрыв.

## Для цитирования:

Носкова Т. Н. Цифровая образовательная среда: методологический аспект запуска инноваций. *Информатика и образование*. 2023;38(6):45–51. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-45-51.

---

# DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT: THE METHODOLOGICAL ASPECT OF LAUNCHING INNOVATIONS

Т. Н. Noskova<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> *The Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint-Petersburg, Russia*

✉ noskovatn@gmail.com

## Abstract

The postnonclassical methodology of environment-oriented learning is based on the synthesis of informatics, psychology and pedagogy. The pedagogical constructs of the digital learning environment are three types of digital pedagogical resources: information, communication, and management of learning and cognitive activities.

The interdisciplinary approach allowed us to define a digital learning system functioning in an educational environment enriched with a digital part. The digital learning system includes the subjects of the educational process (teachers and learners) as well as new

objects functioning on a digital platform: three types of interrelated pedagogical resources. Under certain conditions, the system acts as an integrity and fulfills the educational function.

The value of the article lies in the substantiation of the necessity to change connections in the digital learning system in order to achieve innovative effects. It is substantiated that the necessary condition for the manifestation of innovative effects is the actualization of new connections and relations between the elements of the highlighted system. The profound changes in the digital learning system require a radical restructuring of the links and relations in accordance with the post-non-classical pedagogical methodology. For this purpose, in accordance with the first fundamental law of cybernetics, it is necessary to increase the diversity of the process control system. Such diversity can be achieved by increasing the freedom of educational actions of students not only by expanding the spatial and temporal framework of activity but also by the ability to choose the depth, the functionality of problem solving, the situation of its solution through a variety of information and communication actions in the digital environment. The expansion of the space of educational choice and the responsibility associated with it contributes to a conscious independence in learning, student's transition from the position of the object of control by the teacher to the subject of co-management, self-management of learning activities.

The system-forming factor of digital transformation of activity is defined as setting the goals of educational activity associated with the adoption of new values, both terminal and instrumental. The emergence of the third digital divide, preventing the achievement of innovative effects in the developing educational environment, is substantiated.

The article is addressed to university teachers oriented to achieve new results of professional training in the use of digital environment. The presented scientific approaches are new for domestic and foreign practice.

**Keywords:** pedagogical methodology, digital educational environment, innovative effects, digital pedagogical resources, terminal values, instrumental values, third digital divide.

**For citation:**

Noskova T. N. Digital educational environment: The methodological aspect of launching innovations. *Informatics and Education*. 2023;38(6):45–51. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-45-51.

## 1. Вызовы цифровой экономики и новые требования к профессиональной подготовке

Развитие цифровой экономики России и динамичное изменение рынка труда предъявляют новые требования к подготовке современных специалистов. Это находит свое отражение в целом ряде государственных документов, например, в федеральном проекте «Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии»<sup>1</sup>.

Новые вызовы экономики требуют от образования создания условий для развития цифровых умений и навыков школьников, формирования цифровых компетенций будущих специалистов. Все это вызывает необходимость внесения изменений в образовательный процесс как общеобразовательной школы, так и системы профессионального образования.

## 2. Цифровая образовательная среда как условие формирования передовых компетенций

Одним из важных направлений развития образования в РФ является реализация проекта «Цифровая образовательная среда»<sup>2</sup>. Внедрение цифровой образовательной среды есть необходимое условие формирования цифровых компетенций как педагогов, так и обучающихся. В рамках этой программы функционируют «Российская электронная школа»<sup>3</sup>,

«Московская электронная школа»<sup>4</sup>, образовательная платформа «Открытое образование»<sup>5</sup>. Программа «Приоритет-2030»<sup>6</sup> предполагает поддержку развития университетов в создании нового научного знания, технологий и разработок и их внедрения в российскую экономику и социальную сферу. Передовые вузы нашей страны сегодня отрабатывают модель цифрового университета 4.0 [1].

Эти процессы сопровождаются накоплением практического опыта по использованию цифровой образовательной среды. Происходит формирование цифровых компетенций педагогов и обучающихся. Однако в теоретическом плане пути достижения нового уровня качества образовательной деятельности в цифровых условиях проработаны недостаточно. Проанализируем теоретические подходы к анализу процессов в цифровой образовательной среде с позиций разных областей знаний.

### 2.1. Педагогические подходы к анализу образовательного процесса в цифровой среде

В педагогических исследованиях, посвященных развитию цифровой образовательной среды и ее структурному наполнению, анализируются различные аспекты. Одни исследователи, как, например, И. В. Роберт [2], изучают совокупность информационного и организационно-методического обеспечения удовлетворения потребностей субъектов образования. Ю. Г. Коротенков считает, что цифровую среду следует рассматривать как интегрированное средство (ресурс) осуществления и реализации образовательного процесса и образовательного взаимодействия [3]. Условия решения образовательных задач и само-

<sup>1</sup> Паспорт федерального проекта «Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии». <https://minobrnauki.gov.ru/upload/2023/04/ФП%20Интеграция.pdf>

<sup>2</sup> Федеральный проект «Цифровая образовательная среда». <https://edu.gov.ru/national-project/projects/cos/>

<sup>3</sup> Государственный образовательный проект «Российская электронная школа». <https://resh.edu.ru/>

<sup>4</sup> МЭШ. Цифровое образование в школах Москвы. <https://school.mos.ru/>

<sup>5</sup> «Открытое образование». Онлайн-курсы и программы по базовым дисциплинам. <https://openedu.ru/>

<sup>6</sup> Программа «Приоритет-2030». <https://minobrnauki.gov.ru/action/priority2030/>

развития всех участников образовательного процесса (на основе средств ИКТ) также являются важным аспектом анализа цифровой среды обучения (см. монографию К. Г. Кречетникова и др. [4]). О. Н. Шилова выявляет «комплекс отношений в образовательной деятельности, способствующих реализации субъектами образовательного процесса возможностей по освоению культуры, способов самореализации, выстраивания социальных отношений, нацеленных на формирование ответственного цифрового поведения гражданина современного общества» [5]. Оригинальный подход отличает исследование А. М. Кондакова и И. С. Сергеева, анализирующих возможности цифровой среды как «конвергентной образовательной среды, ориентированной на достижение комплексных образовательных результатов в плане сетевой социализации, навыков и культуры эффективной коммуникации, готовности к карьерной самонавигации» [6].

Все вышеперечисленные педагогические подходы, выявляя различные теоретические аспекты проблемы, не раскрывают в полной мере стратегию достижения нового уровня качества образовательного процесса.

## 2.2. Компонентный психологический подход к анализу образовательного процесса в цифровой среде

Средовой подход хорошо разработан психологами применительно к классической школьной образовательной среде. Выделив основные компоненты образовательной среды (предметно-материальные, социальные, психодидактические), В. А. Ясвин разработал основы ее векторного моделирования для создания психологических условий развития в ней обучающихся [7]. Анализ образовательной среды на основе ее компонентов продолжается в работе В. И. Панова [8]. И. А. Баева и Е. Б. Лактионова дополнительно выделили управленческий и субъектный компоненты [9]. Сегодня психологи используют разработанные методики для выявления социальных дефицитов школьной образовательной среды и выстраивания путей их коррекции.

Компонентный психологический подход можно применить к цифровой образовательной среде для выявления проявляющихся в ней дефицитов. Однако, он не обладает прогностическими возможностями определения способов достижения инновационных результатов, не выявляет изменения психологических установок участников образовательного процесса в виртуальной, цифровой среде образовательных взаимодействий.

## 2.3. Технологические основы цифровой образовательной среды как фактор возникновения цифровых компетенций

Теоретические разработки информатики позволили не только спроектировать, но и практически реализовать цифровые образовательные платформы LMS электронного и смешанного обучения [10].

Эти платформы интегрируют разнообразные ИКТ-инструменты, открывают доступ к цифровым образовательным ресурсам, сохраняют продукты учебной деятельности с возможностью их автоматизированной проверки [11]. В настоящее время осуществляется переход от жестких человеко-машинных алгоритмов к интеллектуальным алгоритмам. Технологии искусственного интеллекта используются на образовательных платформах в решении разных классов задач [12].

Пользователи цифровых образовательных платформ используют ИКТ-инструменты. Это приводит к формированию цифровых компетенций участников образовательного процесса: педагогов и обучающихся. Существенно расширяются возможности образовательных взаимодействий с использованием образовательных сервисов и платформ.

В целом можно констатировать, что в педагогике, психологии и информатике особенности становления цифровой образовательной среды рассматриваются под различными углами зрения с использованием понятийного аппарата соответствующей области знаний. Это не позволяет одновременно учесть весь спектр изменений, происходящих в образовательном процессе. **Требуется междисциплинарный подход, чтобы в единой понятийной терминологии анализировать этот процесс в разных аспектах, выявляя условия новых достижений и сопутствующих рисков в образовательной среде, обогащенной цифровыми инструментами.**

## 3. Междисциплинарный подход к цифровой среде обучения

Междисциплинарный подход к цифровой среде обучения на основе синтеза информатики, педагогики и психологии раскрывается в работе «Дидактика цифровой среды» [13]. В статье обоснованы общие для этих сфер знаний научные концепты: информация, коммуникация, управление. На их основе стало возможно определить педагогические конструкты цифровой среды обучения. **Это три типа цифровых педагогических ресурсов:**

- цифровые информационные ресурсы;
- цифровые ресурсы организации образовательных коммуникаций (коммуникационные);
- цифровые ресурсы управления учебно-познавательной деятельностью.

В научных исследованиях сегодня основное внимание сосредоточено на первом типе — цифровых образовательных ресурсах. Два другие типа — коммуникационные и ресурсы управления учебно-познавательной деятельностью — в настоящее время недооценены. Но именно *взаимосвязанная совокупность трех типов цифровых педагогических ресурсов образует новые образовательные технологии цифровой среды обучения*, реализуемые, в частности, с помощью массовых онлайн-курсов.

Цифровые педагогические ресурсы как отчужденный профессиональный опыт педагога функцио-

нируют на цифровой образовательной платформе в режиме 24/7. Таким образом обеспечивается самостоятельная образовательная деятельность мотивированного к обучению субъекта. Здесь можно провести аналогию с экспертными системами, в которые отчуждается профессиональный опыт специалистов.

Междисциплинарный подход позволяет определить цифровую систему обучения, функционирующую в образовательной среде, обогащенной цифровыми инструментами. Цифровая система обучения включает в себя субъектов образовательного процесса: педагогов и обучающихся. На цифровой платформе появляются новые объекты системы — три типа взаимосвязанных педагогических ресурсов. Система при определенных условиях действует как целостность и выполняет образовательную функцию.

Классическая система обучения реализуется в четких пространственно-временных рамках аудиторных взаимодействий педагога и обучающихся, последовательно реализующих запланированные педагогом методы обучения. Это определяет ее эффективность. **Образовательная деятельность обучающегося в цифровой среде реализуется на основе самостоятельных взаимодействий с педагогическими ресурсами.** Она отличается не только расширением пространственно-временных рамок инструментальных действий, но также изменением психологических установок и педагогических условий деятельности субъектов образовательного процесса. Это требует внесения инновационных преобразований: одновременного учета информационных, психологических и педагогических факторов.

Системный подход [14] позволяет спрогнозировать перспективные изменения взаимодействий в цифровой системе обучения. Эти изменения можно отслеживать по картине связей элементов системы (педагог, цифровые педагогические ресурсы, обучающиеся) и их стабильности в образовательном процессе, наблюдаемой по цифровым следам и продуктам действий пользователей на образовательной платформе. Считаем необходимым условием проявления инновационных эффектов в образовательном процессе актуализацию новых связей и отношений между элементами системы. В классической педагогической методологии, реализуемой сегодня в смешанном обучении, все связи системы замыкаются педагогом. По цифровым каналам он управляет деятельностью обучающихся, управляет доступом к цифровым педагогическим ресурсам на платформе LMS, организует обратные связи. Несомненно, в системе обучения проявляются новые эффекты, поскольку действия осуществляются с помощью ИКТ-инструментов, но имеют преимущественно инструментальный характер, способствуя формированию цифровых компетенций.

Глубинные изменения в цифровой системе обучения требуют кардинальной перестройки связей и отношений в русле постнеклассической педагогической

методологии. Для этого необходимо в соответствии с первым фундаментальным законом кибернетики У. Р. Эшби повысить разнообразие в системе управления [15]. Такое разнообразие может достигаться повышением меры свободы образовательных действий обучающихся не только через расширение пространственно-временных рамок (что наблюдается в смешанном и электронном обучении), но и через возможности субъекта выбирать глубину, функциональность решения задачи, изменять ситуацию ее решения за счет разнообразия информационных и коммуникационных действий в решении принятых учебных задач. **Расширение пространства образовательного выбора и связанной с ним ответственности способствует осознанной самостоятельности в обучении, переходу обучающегося из позиции объекта управления со стороны педагога в позицию субъекта со-управления, самоуправления учебной деятельностью.** При определенных условиях происходит переход в позицию субъекта самоактуализации и саморазвития личности.

Проявление инновационных эффектов в обновленной среде обучения зависит от системообразующего фактора, который запускает цифровую трансформацию деятельности.

#### 4. Системообразующий фактор достижения инновационных эффектов в цифровой среде обучения

Известно, что инновация — это новшество, обеспечивающее повышение эффективности процессов или улучшение качества продукции, востребованное рынком и отвечающее актуальным социально-экономическим и культурным потребностям. В чем заключены современные социально-экономические и культурные потребности, современный запрос рынка труда? В поиске ответов на эти вопросы следует обратиться к выявлению новых ценностей цифровой культуры. В общей системе ценностей **Milton Rokeach** выделяет терминальные и инструментальные ценности культуры [16]. Обсудим их проявление в цифровой среде.

В структуре базовых ценностей цифровой культуры **О. А. Федосова** и **Е. Н. Соколова** выделяют знания и применение цифровых технологий, цифровое мышление, коммуникации по цифровым каналам и этику сетевой среды, информационную безопасность пользователей [17]. **О. В. Яковлева** в своей работе показывает, что «система профессиональных ценностей педагога в контексте цифровой образовательной среды объективно обогащается ценностями командной работы, саморазвития, ценностями роста, системного и критического мышления, толерантности» [18]. Таким образом, проводимые исследования определяют, что **новые требования к специалистам связаны с проявлением новых ценностей в эпоху цифровых преобразований. Эти**

новые ценности составляют группу терминальных ценностей.

Однако в эпоху цифровизации всех сфер деятельности (профессиональной, социальной) ценности задаются не только со стороны изменяющегося рынка труда, но и со стороны социума. Новые поколения сегодня включены не только в процессы традиционной социализации: как обращает внимание **Т. Д. Марцинковская**, все большую роль играют процессы социализации информационной, реализуемой через социальные сети и другие цифровые каналы [19]. Это меняет информационное и образовательное поведение молодежи, заставляя адаптироваться к динамичным изменениям окружающей цифровой среды. У нового поколения ценности проявляются в поиске путей решения задач с наименьшими затратами (временными, пространственными, интеллектуальными). Эти ценности могут иметь как позитивный, так и негативный характер в зависимости от личности субъекта.

Если первую (со стороны рынка труда) и вторую (со стороны социума) группы ценностей можно отнести к терминальным, то в третью входят ценности как инструментального, так терминального типа. Эта группа ценностей обусловлена высоким потенциалом цифровой части образовательной среды: открытостью, многообразием связей с внешней средой, инструментальностью действий и накоплением на платформе цифровых следов и продуктов действий пользователей. Все это открывает возможности притока новой информации, новых знаний, передового опыта не только на родном, но и на иностранных языках; появления гибких сетевых связей и масштабирования коммуникации пользователей, вплоть до междисциплинарной и межкультурной; многообразия замыкания обратных связей, не только с пользователями сетевой среды, но и с машиной, с искусственным интеллектом.

*Инструментальные ценности* проявляются в возможности субъекта с помощью цифровой среды достигать лично значимых целей. *Терминальные ценности* цифровой среды проявляются в накапливаемых в ней информационных ресурсах — продуктах деятельности педагога и обучающихся.

Возникает проблема: в какой мере эти новые ценности (терминальные и инструментальные) осознаются и актуализируются субъектами, как они учитываются в построении современного образовательного процесса? Ответ на этот вопрос остается сегодня открытым. Вместе с тем очевидно, что появление новых групп ценностей, расширяя ориентиры образования, должно соответствующим образом отражаться в спектре образовательных целей. Поэтому считаем, что **системообразующим фактором достижения инновационных эффектов в цифровой образовательной среде является принятие и последовательная реализация субъектами образовательного процесса новых целей и ценностей, формирующихся в процессе цифровизации всех сфер деятельности современного человека.**

## 5. Третий цифровой разрыв в развивающейся образовательной среде

При анализе особенностей цифрового неравенства **A. Scheerder, A. Deursen и J. Van Dijk** в исследовании “**Determinants of Internet skills, uses and outcomes**” [20] описывают **трехуровневое членение цифрового разрыва**. *Первый уровень* фиксирует разницу в доступе к материальной базе (компьютерам) и наличие доступа к интернету (скорость, стоимость и др.). *Второй уровень* цифрового разрыва определяется различиями цифровых навыков пользователей (которым предстоит не только потреблять контент, но и производить его, быть активным участником взаимодействия). *Третий уровень* — это использование новых возможностей цифровизации. Этот уровень наиболее сложен для измерения, он опирается на информацию о цифровизации отдельных сфер жизни общества.

Применительно к образованию причины первого и второго цифрового разрыва практически аналогичны выделенным в указанной выше работе. Считаем, что **третий цифровой разрыв, проявляющийся сегодня в образовании, — это разрыв методологический**. Он связан с проблемами принятия новых ценностей и расширением спектра целей современного образования. Поэтому важно выяснить, на каком этапе принятия новых образовательных целей в цифровой среде находятся сегодня действующие педагога.

Экспериментальному выявлению уровней педагогического целеполагания в образовательной среде с цифровым расширением посвящено наше исследование «**Pedagogical goal-setting in a digital environment: Problem actualization**» [21]. Особенности педагогического целеполагания в цифровой среде проверялись с помощью анкеты. Структура анкеты задана моделью влияния инфокоммуникационных технологий на образовательный процесс SAMR (от *англ.* Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition — подмена, накопление, модификация, преобразование [22]). Ответы на вопросы анкеты соответствовали четырем уровням педагогического целеполагания. Первый уровень соответствовал отсутствию изменений в педагогическом целеполагании в цифровой среде, а четвертый — существенной трансформации педагогического целеполагания с учетом инновационных возможностей цифровой среды и перспективных запросов общества к образованию. В опросе приняли участие 148 респондентов: учителя школ и преподаватели педагогического вуза, проходившие повышение квалификации по использованию цифровой среды обучения. Эксперимент показал, что принятие педагогического целеполагания четвертого уровня практически не прослеживается. Основная группа ответов распределена между первым и вторым уровнем, частично относится к третьему.

Таким образом, **третий цифровой разрыв сегодня еще не осознается в педагогической практике**. Определенные исследования сегодня ведутся в рамках подготовки докторских и кандидатских диссертаций на кафедре цифрового образования Российского

государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. Новые идеи преподаватели кафедры апробируют вместе с магистрантами, работающими по программе «Цифровая образовательная среда и цифровые технологии», поддержанной Фондом В. Потанина в 2022/2023 учебном году.

## 6. Заключение

Постнеклассический междисциплинарный методологический подход, в котором учитываются информационные, педагогические и психологические аспекты, позволяет выявить условия запуска инноваций в цифровой образовательной среде. Обоснована структура цифровой системы обучения, функционирующей на образовательной платформе: педагоги, цифровые педагогические ресурсы, обучающиеся. Видоизменение связей и отношений между элементами этой системы является необходимым условием проявления инновационных эффектов в обучении. Системообразующим фактором цифровой трансформации деятельности выступает расширение спектра образовательных целей, отвечающих формирующимся в обществе ценностям: терминальным и инструментальным.

Новые терминальные ценности складываются в процессе социокультурных и производственных изменений, связанных с цифровизацией всех видов деятельности современного человека. «Сверху» они определяют запрос к профессиональной подготовке современного специалиста, «снизу» — информационный запрос к образовательному процессу со стороны обучающихся, развивающихся в условиях информационной социализации. Инструментальные ценности проявляются в потенциале цифровой среды обучения, расширяющей горизонты (информационные, коммуникационные и регуляционные) непрерывного образования личности.

Основным препятствием в достижении инновационных эффектов в обогащенной цифровой частью образовательной среде становится третий цифровой разрыв, связанный с переносом педагогами прежней педагогической методологии в новые условия образования личности в цифровом мире.

### Список источников / References

1. Ефимов В. С., Лаптева А. В. Университет 4.0: Философско-методологический анализ. *Университетское управление: практика и анализ*. 2017;21(1):16–29. EDN: YGTEPL.  
[Efimov V. S., Lapteva A. V. University 4.0: Philosophical and methodological analysis. *Journal University Management: Practice and Analysis*. 2017;21(1):16–29. (In Russian.) EDN: YGTEPL.]
2. Роберт И. В. Методология информатизации образования. *Проблемы современного образования*. 2011;(2):28–60. EDN: NTPKKN.  
[Robert I. V. Methodology of informatization of education. *Problems of Modern Education*. 2011;(2):28–60. (In Russian.) EDN: NTPKKN.]
3. Коротенков Ю. Г. Понятие и проблемы медиаинформатизации образования. *Информатика и образование*. 2012;(4(233)):104–107. EDN: OYRAZT.

[Korotkov Yu. G. The concept and the problems of educational media informatization. *Informatics and Education*. 2012;(4(233)):104–107. (In Russian.) EDN: OYRAZT.]

4. Кречетников К. Г. и др. Методологические основы формирования современной цифровой образовательной среды. Нижний Новгород: НОО «Профессиональная наука»; 2018. 174 с. EDN: XUCTWP.

[Krechetnikov K. G. et al. Methodological foundations for the formation of a modern digital educational environment. Nizhny Novgorod, SPO “Professionalnaya nauka”; 2018. 174 p. (In Russian.) EDN: XUCTWP.]

5. Шилова О. Н. Цифровая образовательная среда: педагогический взгляд. *Человек и образование*. 2020;(2(63)):36–41. EDN: PMMJVN. DOI: 10.54884/S181570410020772-4.

[Shilova O. N. Digital learning environment: Pedagogical comprehension. *Man and Education*. 2020;(2(63)):36–41. (In Russian.) EDN: PMMJVN. DOI: 10.54884/S181570410020772-4.]

6. Кондаков А. М., Сергеев И. С. Образование в конвергентной среде: постановка проблемы. *Педагогика*. 2020;84(12):5–21. EDN: PBHDZH.

[Kondakov A. M., Sergeev I. S. Education in a convergent environment: Problem statement. *Pedagogika*. 2020;84(12):5–21. (In Russian.) EDN: PBHDZH.]

7. Ясвин В. А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию. М.: Смысл; 2001. 365 с. EDN: OFJKFI.

[Yasvin V. A. Educational environment: From modeling to design. Moscow, Smysl; 2001. 365 p. (In Russian.) EDN: OFJKFI.]

8. Панов В. И. Психодидактика образовательных систем: теория и практика. СПб.: Питер; 2007. 352 с. Режим доступа: [http://www.vgpgk.vrn.ru/files/2017\\_05\\_03/Панов%20В.И.%20Психодидактика%20образовательных%20систем.pdf](http://www.vgpgk.vrn.ru/files/2017_05_03/Панов%20В.И.%20Психодидактика%20образовательных%20систем.pdf)

[Panov V. I. Psychodidactics of educational systems: Theory and practice. Saint Petersburg, Piter; 2007. 352 p. (In Russian.) Available at: [http://www.vgpgk.vrn.ru/files/2017\\_05\\_03/Панов%20В.И.%20Психодидактика%20образовательных%20систем.pdf](http://www.vgpgk.vrn.ru/files/2017_05_03/Панов%20В.И.%20Психодидактика%20образовательных%20систем.pdf)]

9. Баева И. А., Лактионова Е. Б. Экспертная оценка состояния образовательной среды на предмет комфортности и безопасности. *Психологическая наука и образование*. 2013;18(6):5–12. EDN: SENSPL.

[Baeva I. A., Laktionova E. B. Expert assessment of the educational environment for comfort and safety. *Psychological Science and Education*. 2013;18(6):5–12. (In Russian.) EDN: SENSPL.]

10. Kats Y. Learning management system technologies and software solutions for online teaching: Tools and applications. Hershey PA, USA, IGI Global, Information Science Reference; 2010. 486 p. DOI: 10.4018/978-1-61520-853-1.

11. Груздева М. Л., Фефанова Т. Д. Возможности использования цифровых платформ в образовании. *Современные наукоемкие технологии*. 2022;(6):104–108. EDN: HYN CYR. DOI: 10.17513/snt.39208.

[Gruzdeva M. L., Feofanova T. D. Possibilities of use of digital platforms in education. *Modern High Technologies*. 2022;(6):104–108. (In Russian.) EDN: HYN CYR. DOI: 10.17513/snt.39208.]

12. Dias S. B., Diniz J. A., Hadjileontiadis L. J. Towards an intelligent learning management system under blended learning. Trends, profiles and modeling perspectives. Springer Cham, Switzerland; 2013. 235 p. DOI:10.1007/978-3-319-02078-5.

13. Носкова Т. Н. Дидактика цифровой среды. Монография. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена; 2020. 383 с. EDN: UEWGKC.

[Noskova T. N. Didactics of digital environment. Monograph. Saint Petersburg, Publishing House of Herzen University; 2020. 383 p. (In Russian.) EDN: UEWGKC.]

14. *Берталанфи Л.* Общая теория систем — обзор проблем и результатов. *Системные исследования. Ежегодник*. М.: Наука; 1969. 203 с. Режим доступа: [http://systems-analysis.ru/assets/systems\\_research\\_1969.pdf](http://systems-analysis.ru/assets/systems_research_1969.pdf)

[*Bertalanffy L.* General systems theory — a survey of problems and results. *System Research. Yearbook*. Moscow, Nauka; 1969. 203 p. (In Russian.). Available at: [http://systems-analysis.ru/assets/systems\\_research\\_1969.pdf](http://systems-analysis.ru/assets/systems_research_1969.pdf)]

15. *Эшби У. Р.* Введение в кибернетику. М.: Иностранная литература; 1959. 432 с.

[*Ashby W. R.* Introduction to cybernetics. Moscow, Inostrannaya literatura; 1959. 432 p. (In Russian.)]

16. *Rokeach M.* A theory of organization and change within value-attitude systems. *Journal of Social Issues*. 1968;24(1):13–33. DOI: 10.1111/j.1540-4560.1968.tb01466.x.

17. *Федосова О. А., Соколова Е. Н.* О цифровой культуре, как неотъемлемой части общей культуры человека в современных реалиях. *Символ науки: международный научный журнал*. 2022;(2–1):95–96. EDN: НУQQМС.

[*Fedosova O. A., Sokolina E. N.* About digital culture as an integral part of the general human culture in modern realities. *Symbol of Science: International Scientific Journal*. 2022;(2–1):95–96. (In Russian.). EDN: НУQQМС.]

18. *Яковлева О. В.* Ценностный компонент цифровой образовательной среды в контексте профессионального воспитания будущих педагогов. *Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина*. 2020;(2):257–274. EDN: JWMKTL.

[*Yakovleva O. V.* Value component of the digital educational environment in the context of professional education for future teachers. *Pushkin Leningrad State University Journal*. 2020;(2):257–274. (In Russian.) EDN: JWMKTL.]

19. *Марцинковская Т. Д.* Информационная социализация в изменяющемся информационном пространстве. *Психологические исследования*. 2012;5(26):7. EDN: QBGZKL. DOI: 10.54359/ps.v5i26.738.

[*Martsinkovskaya T. D.* Informational socialization in changing information space. *Psychological Studies*.

2012;5(26):7. (In Russian.) EDN: QBGZKL. DOI: 10.54359/ps.v5i26.738.]

20. *Scheerder A., Deursen A., Van Dijk J.* Determinants of Internet skills, uses and outcomes. A systematic review of the second- and third-level digital divide. *Telematics and Informatics*. 2017;34(8):1607–1624. DOI: 10.1016/j.tele.2017.07.007.

21. *Noskova T. N., Pavlova T. B.* Pedagogical goal-setting in a digital environment: Problem actualization. *E-learning in the Time of COVID-19. Proc. of the 13th Annual Int. Sci. Conf. “Theoretical and Practical Aspects of Distance Learning”*. Katowice-Cieszyn, TUDIO NOA for University of Silesia in Katowice; 2021;13:125–136. EDN: RWFYOC. DOI: 10.34916/el.2021.13.11.

22. *Puentedura R. R.* SAMR: Moving from enhancement to transformation. 2013. Available at: <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2013/05/29/SAMREnhancement-ToTransformation.pdf>

#### **Информация об авторе**

**Носкова Татьяна Николаевна**, доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой цифрового образования, Институт информационных технологий и технологического образования, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2058-626X>; *e-mail*: [noskovatn@gmail.com](mailto:noskovatn@gmail.com)

#### **Information about the author**

**Tatiana N. Noskova**, Doctor of Sciences (Education), Professor, Head of the Department of Digital Education, Institute of Information Technology and Technology Education, The Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2058-626X>; *e-mail*: [noskovatn@gmail.com](mailto:noskovatn@gmail.com)

**Поступила в редакцию / Received:** 23.05.23.

**Поступила после рецензирования / Revised:** 23.08.23.

**Принята к печати / Accepted:** 05.09.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-52-58

# СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ»

Д. А. Барабаш<sup>1</sup> ✉, П. М. Панов<sup>1</sup><sup>1</sup> *Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия*

✉ DABarabash@fa.ru

## Аннотация

Использование информационных технологий влечет за собой не только огромные преимущества, но и большое количество новых угроз. Одной из самых опасных из них является утечка данных, поскольку она подрывает доверие потребителя и может привести к закрытию бизнеса. С подобной проблемой сталкиваются и образовательные организации, использующие в своей работе приложения на платформе 1С. Решением в данном случае может стать усложнение механизма авторизации: добавление в него еще одного шага — распознавания лиц.

Для оптимального конструирования этого способа авторизации необходимо спроектировать архитектуру программы с учетом актуальных на текущий момент бизнес-требований образовательных организаций и разработать программный прототип, готовый к интеграции в текущие образовательные программные решения.

В статье приводится пример вышеуказанной архитектуры и приложения, созданного на ее базе. В дальнейшем они могут быть интегрированы в любую систему на базе «1С:Предприятие». Для удовлетворения требований к системе наиболее подходящей архитектурой является «клиент — сервер» с отдельным сервером, выделенным для базы данных. Используется язык программирования Python, организация сетевой коммуникации согласно принципам REST при помощи метода GET и протокола HTTP, передача данных фотографий происходит в формате JSON.

**Ключевые слова:** «1С:Предприятие», Python, машинное обучение, система распознавания лиц, архитектура приложения.

## Для цитирования:

Барабаш Д. А., Панов П. М. Создание программного прототипа системы распознавания лиц для образовательных учреждений на платформе «1С:Предприятие». *Информатика и образование*. 2023;38(6):52–58. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-52-58.

# CREATING A SOFTWARE PROTOTYPE OF THE FACE RECOGNITION SYSTEM FOR EDUCATIONAL INSTITUTIONS ON THE "1C:ENTERPRISE" PLATFORM

D. A. Barabash<sup>1</sup> ✉, P. M. Panov<sup>1</sup><sup>1</sup> *Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia*

✉ DABarabash@fa.ru

## Abstract

The use of information technology entails not only huge benefits but also a large number of new threats. One of the most dangerous of them is data leaks, as they undermine consumer confidence and can lead to business shutdowns. Educational organizations that use applications on the 1C platform in their work face a similar problem. The solution in this case may be to improve the authorization process by adding one more step to it — face recognition.

For optimal design of this authorization method, it is necessary to develop the program architecture considering the current business requirements of educational organizations and to develop a software prototype ready for integration into current educational software solutions.

The article provides an example of the above architecture and the application created on its basis. Further, they can be integrated into any system based on “1C:Enterprise”. To meet the requirements for the system, the most appropriate architecture is a “client — server” with a separate server dedicated to the database. Python programming language is used, network communication is organized according to REST principles using GET method and HTTP protocol, photo data transfer is in JSON format.

© Барабаш Д. А., Панов П. М., 2023

**Keywords:** 1C:Enterprise, Python, machine learning, face recognition system, application architecture.

**For citation:**

Barabash D. A., Panov P. M. Creating a software prototype of the face recognition system for educational institutions on the “1C:Enterprise” platform. *Informatics and Education*. 2023;38(6):52–58. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-52-58.

## 1. Введение

Сегодня информационные технологии играют гигантскую роль во всех сферах жизни общества. Неоценимый вклад в хозяйственную деятельность они вносят в виде мониторинговых систем, систем электронного документооборота (СЭД) и др., повсеместно сокращая издержки производства и упрощая жизнь человеку. Помимо этого, современные технологии активно используются высшими учебными заведениями с целью повышения качества образования [1] либо в рамках развития новых технологических отраслей [2]. Но высокие технологии могут также применяться во вред. Например, злоумышленники могут использовать данные чужой учетной записи для получения доступа к конфиденциальной информации. Подобные действия сегодня не являются чем-то необычным: по информации аналитического центра группы компаний InfoWatch, с первого полугодия 2021 года по первое полугодие 2022 года количество утечек записей персональных данных в России выросло с 11,2 млн до 187,6 млн. Одной из основных причин утечек являются скоординированные действия сотрудников соответствующей организации и хакеров по обходу защитного контура этой организации<sup>1</sup>. Особенно остро эта проблема встает в образовательных учреждениях, поскольку они обладают конфиденциальными данными пользователей (например, копиями паспортов, документов об образовании) и собственными научными работами, утечка которых будет иметь критическое значение для развития собственных проектов.

Образовательные организации, использующие бизнес-приложения на платформе «1С:Предприятие», не могут обойти стороной подобные проблемы. Данные системы на текущий момент очень востребованы на российском рынке, поскольку способны помочь в автоматизации многих рабочих процессов, в том числе образовательных [3]. Кроме этого, разработка информационных систем на готовых коммерческих платформах является распространенной практикой среди российских учебных заведений [4].

Одним из возможных способов повышения информационной безопасности является совершенствование системы авторизации путем добавления функции распознавания лица пользователя. Внедрение такой технологии особенно актуально для университетов — крупных организаций, для доступа к ресурсам и функциям которых требуется аутентификация (например, для проведения экза-

мена или прохода в корпус). Помимо обеспечения безопасности, использование системы распознавания лиц позволит сделать образование не только удобнее, но и доступнее для многих студентов из разных частей России и мира<sup>2</sup>.

*Данная задача может быть решена с помощью технологий глубокого обучения (англ. Deep Learning)* — разновидности машинного обучения, которое использует многослойные нейронные сети, самообучающиеся на большом наборе данных.

Глубокое обучение в распознавании лиц является комплексным процессом, каждый компонент которого может быть выполнен отдельными исследователями и разработчиками. Стандартом в данной сфере является использование уже готовых, протестированных алгоритмов и предварительно обученных моделей.

Помимо выбора модели и алгоритмов, важным в решении поставленной задачи является создание:

- приложения, посредством которого и будет осуществляться сравнение лиц;
- инфраструктуры, обеспечивающей бесперебойную работу последнего;
- архитектуры, устанавливающей правила проектирования кода и распределения машинных мощностей.

Таким образом, **возможным решением проблемы информационной безопасности в системах на платформе «1С:Предприятие» является создание программного прототипа, использующего модели машинного обучения для распознавания лиц пользователей.** Именно этой цели и посвящено наше исследование.

## 2. Обзор литературы

Исследования по системам распознавания лиц можно разделить на две большие группы. Авторы работ первой группы фокусируются в первую очередь на архитектуре модели машинного обучения и результате ее работы. В этих статьях подробно рассматриваются все аспекты настройки гиперпараметров, комбинаций и сочетаний различных архитектурных слоев. Кроме того, анализируется применение программных методов к наборам данных с целью повышения итогового качества модели. Поскольку авторы этих работ исследуют именно экспериментальную часть машинного обучения, в них отсутствует анализ системы распознавания лиц как целого и ее реализации в программном и архитектурном виде.

<sup>1</sup> Отчет об исследовании утечек информации ограниченного доступа в I половине 2022 года. Экспертно-аналитический центр InfoWatch; 2022. 33 с. [https://fkiconsult.ru/wp-content/uploads/2023/01/otchyot-ob-utechkakh-dannykh-za-1-polugodie-2022-goda\\_1.pdf](https://fkiconsult.ru/wp-content/uploads/2023/01/otchyot-ob-utechkakh-dannykh-za-1-polugodie-2022-goda_1.pdf)

<sup>2</sup> Минцифры предложило постоянно использовать биометрию на экзаменах в вузах. *РБК*. 26.08.2022. <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/6307dfdd9a7947b2799c2b9a?from=copyhttps://www.rbc.ru/rbcfreenews/6307dfdd9a7947b2799c2b9a>

Например, S. McCourt, I. P. L. McLaren, C. Civile в работе «**Changing face contours reduces the inversion effect and overall recognition performance**» [5] экспериментируют с изменением входных данных модели для того, чтобы побороть эффект инверсии (проблему, связанную с более долгим распознаванием лиц на изображениях, полностью повернутых в другую сторону, в отличие от стандартного вертикального положения лица на изображении). В ходе нескольких экспериментов с входными данными авторы пришли к выводу, что в случае изменения контура лица определенным образом (например, размытия границ) эффект инверсии можно побороть ценой небольшого снижения качества модели на вертикальных изображениях.

В работе «**PLFace: Progressive learning for face recognition with mask bias**» B. Huang, Z. Wang, G. Wang и др. [6] предлагают новую функцию прогнозирования вероятности распознавания лиц с масками. В ходе экспериментов с применением нового подхода авторы работы показывают, что использование их методики значительно улучшает качество модели при распознавании лиц с масками на лице.

L. Boussaad, A. Boucetta в статье «**Deep-learning based descriptors in application to aging problem in face recognition**» [7] анализируют несколько предобученных нейронных сетей и приходят к выводу, что наиболее перспективной в решении проблемы распознавания стареющих лиц является глубокая сверточная нейронная сеть (*англ.* Convolutional Neural Network, CNN).

Во второй группе работ авторы в первую очередь фокусируются на применении уже готовых моделей в рамках ограничений аппаратного обеспечения, а также на выстраивании программной архитектуры вокруг уже готового алгоритма машинного обучения.

Например, G. Rajeshkumar, M. Braveen, R. Venkatesh и др. в работе «**Smart office automation via faster R-CNN based face recognition and internet of things**» [8] демонстрируют предварительную архитектуру программного прототипа и экспериментируют с уже готовыми предобученными нейронными сетями для улучшения качества распознавания лиц.

В статье «**SMARTLET: A dynamic architecture for real time face recognition in smartphone using cloudlets and cloud**» [9] M. F. R. M. Billah и M. A. Adnan предлагают отдельную системную архитектуру под названием «SMARTLET» на базе облачных сервисов для распознавания лиц на смартфонах.

H. Ai, X. Cheng в работе «**Research on embedded access control security system and face recognition system**» [10] рассматривают множество архитектур IoT-приложений, включающих в себя систему распознавания лиц, и указывают их плюсы и минусы. Помимо этого, они описывают базовый архитектурный паттерн для проектирования любого IoT-приложения.

B. D. Kumar и др. в статье «**Exam form automation using facial recognition**» [11] представляют способ автоматизации заполнения экзаменационной анкеты с помощью распознавания лиц в режиме реального

времени (с помощью веб-камеры, предварительно сохранения данных на веб-серверах с помощью библиотек Pandas и NumPy и последующей автоматизации ввода данных в анкету с помощью библиотеки Selenium).

A. Sardar, S. Umer в работе «**Implementation of face recognition system using BioCryptosystem as template protection scheme**» [12] показывают пример создания отдельной системы авторизации и шифровки данных в системе управления базами данных (СУБД) с помощью биокриптографических технологий.

### 3. Свойства прототипа

#### 3.1. Аспекты дизайна системы

Одной из главных особенностей разрабатываемой системы является ее тесная связь с технологиями 1С. Интеграция с ними может создать определенные вызовы для разработчиков, поскольку прототип нужно внедрить в уже существующие приложения «1С». Для упрощения этой процедуры наиболее разумным является **вынесение авторизации в отдельный модуль**, написанный на языке 1С<sup>1</sup>. Данное архитектурное решение позволит значительно облегчить интеграцию системы распознавания лиц в уже готовую кодовую базу при помощи установки модуля и последующего вызова отдельной функции авторизации в приложении.

Следующий аспект — это работа с инструментами машинного обучения. Внедряя их, необходимо помнить следующее:

- машинное обучение очень требовательно к компьютерным мощностям;
- в прототип необходимо закладывать возможности как вертикального, так и горизонтального масштабирования для соответствия требованиям расширения организации и, как следствие, ИТ-инфраструктуры.

Принимая к сведению два указанных довода, представляется разумным **отделить код, предназначенный для работы с инструментами машинного обучения, от модуля 1С**, поскольку это позволит избежать проблемы тонкого клиента<sup>2</sup>, а также обеспечит легкость масштабирования.

Для реализации этой части программы лучше всего подходит **язык программирования Python**, поскольку он **предоставляет большое количество готовых, оптимизированных инструментов**

<sup>1</sup> Структура модуля. «1С:Предприятие 8». Система стандартов и методик разработки конфигураций. <https://its.1c.ru/db/v8std/content/455/hdoc>

<sup>2</sup> «Тонкий клиент — это одно из клиентских приложений системы «1С:Предприятие 8». В операционной системе Windows исполняемый файл этого приложения — 1cv8c.exe. В операционной системе Linux — 1cv8c. «Тонким» клиент называется потому, что умеет исполнять ограниченный набор функциональности встроенного языка». Подробнее см.: «Тонкий клиент». *Архитектура платформы «1С:Предприятие» (версия 8.3.24)*. <https://v8.1c.ru/platforma/tonkiy-klient/>

*и библиотек для работы с большими данными.* В библиотеках машинного обучения Python существуют уже предобученные модели, которые посредством трансферного обучения можно использовать для выполнения других интеллектуальных задач [13]. Python предлагает высокую скорость разработки, что сокращает затраты на саму разработку, на добавление нового функционала и сопровождение проекта. Создание схожих систем для решения интеллектуальных задач в других сферах также ведется на этом языке программирования [14].

Помимо инструментов машинного обучения, необходимо предусмотреть размещение базы данных, в которой будут храниться изображения всех пользователей системы. В процессе аутентификации пользователя по логину и будет происходить выборка фотографии для сравнения с фотографией, полученной от клиента. Успех сравнения зависит не только от качества модели, но еще от грамотной сборки данных и их размещения в базе [15].

Что касается физического размещения, *наиболее безопасным и простым для масштабирования вариантом является размещение каждой части приложения на отдельном сервере.* В силу разных ограничений (например, из-за отсутствия достаточного количества средств для обеспечения указанной архитектуры) размещение может быть организовано по-разному.

Приняв к сведению указанные ограничения и технологии, можно выбирать способы взаимодействия между компонентами приложения. Непосредственно в рамках прототипа под взаимодействием имеется в виду передача фотографий и данных, необходимых для авторизации пользователя. Из-за возможности размещения частей приложения на различных компьютерах наиболее разумным является *организация сетевой коммуникации согласно принципам REST* [16]. Подобный тип взаимодействия осуществляется при помощи метода GET и протокола HTTP<sup>1</sup>, сами же данные фотографий будут передаваться в формате JSON.

Таким образом, для выполнения указанных требований *наиболее подходящей архитектурой является «клиент — сервер» с отдельным сервером, выделенным для базы данных.* Такой тип архитектуры является весьма распространенным и применяется в гораздо более сложных интеллектуальных системах, например при проектировании биометрических систем оплаты [17].

### 3.2. Программные инструменты, используемые в реализации прототипа

Как уже было сказано, основным языком разработки клиентской части в рамках указанных требований является встроенный язык 1С. В рамках разработки прототипа запрос фотографии в базе данных делается в клиентской части.

Чтобы отправить фотографию в формате JSON, ее нужно преобразовать в текстовый формат, для чего используется кодировка Base64 — она позволяет перевести бинарные данные в текстовую кодировку ASCII<sup>2</sup>.

Далее данные передаются на веб-сервер Nginx<sup>3</sup>. Его размещение может различаться в зависимости от требований организации и масштаба приложения. Если необходимо распределение нагрузки, то сервер можно поместить на отдельную машину и использовать его как прокси-сервер для коммуникации с веб-серверами приложений.

В рамках разработки прототипа прокси-сервер и сервер приложения размещены на одной машине, данные между ними передаются через веб-сокеты<sup>4</sup>. На сервере приложения используется WSGI<sup>5</sup>.

Для обработки сетевых запросов и реализации программной логики сравнения фотографий используется фреймворк Flask. Он мало весит и прост в использовании, что является большим плюсом в случае потенциального масштабирования приложения.

Когда массив данных фотографии передан, приложению необходимо его обработать и привести к нужному формату. Для этого используется библиотека Python для работы с изображениями PIL<sup>6</sup>.

Для работы системы сравнения лиц необходимо отформатировать фотографии таким образом, чтобы система машинного обучения их приняла, обработала и вернула результат. В этом случае используется библиотека для работы с крупными массивами данных NumPy<sup>7</sup>.

В рамках Python-разработки наиболее важным является интеграция инструментов машинного обучения. Основой для распознавания лиц является модуль *face\_recognition*, основанный на Dlib — библиотеке, уже имеющей предобученные модели<sup>8</sup>. В частности, для распознавания лиц используется предобученная сверхточная нейронная сеть для извлечения эмбеддингов ResNet<sup>9</sup>, основанная на датасете из 3 миллионов лиц и имеющая точность 99,38 % (по эталону — базе данных фотографий «Labeled Faces in the Wild»<sup>10</sup>). Данный тип нейронных сетей уже доказал свою эффективность: например,

<sup>2</sup> ASCII format for network interchange. <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc20>

<sup>3</sup> Документация Nginx. <https://nginx.org/ru/>

<sup>4</sup> WebSocket Protocol. <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc6455>

<sup>5</sup> PEP 3333 — Python Web Server Gateway Interface v1.0.1. <https://peps.python.org/pep-3333/>

<sup>6</sup> Документация Pillow. <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/index.html>

<sup>7</sup> Документация NumPy. <https://numpy.org/doc/stable/index.html>

<sup>8</sup> Dlib C++ Library. <http://dlib.net/>

<sup>9</sup> Geitgey A. Face Recognition. *GitHub.com*. 10.06.22. [https://github.com/ageitgey/face\\_recognition](https://github.com/ageitgey/face_recognition)

<sup>10</sup> Labeled Faces in the Wild (LFW) — база данных фотографий лиц, предназначенная для изучения проблемы распознавания лиц без ограничений; создана и поддерживается исследователями из Массачусетского университета в Амхерсте. Подробнее см.: <https://vis-www.cs.umass.edu/lfw/>

<sup>1</sup> Hypertext Transfer Protocol — HTTP/1.1. <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc2616>

он используется при классификации космических снимков [18]. Помимо этого, сама библиотека уже проходила тестирование в других работах и показала достойные результаты [19].

#### 4. Архитектура приложения

Для создаваемого приложения была выбрана трехуровневая структура, присущая большинству приложений, активно функционирующих в сети Интернет (рис. 1). Этот выбор продиктован следующими соображениями:

- **первое звено** — *внешний компонент*, который отвечает за клиентскую логику, реализованную на платформе 1С. Обрабатывает введенные данные и передает нужные для работы следующему звену;
- **второе звено** — *программа для обработки запросов*, реализованная на высокоуровневом языке Python. Является связующим между клиентской частью и базой данных;
- **третье звено** — *база данных*, в которой хранятся нужные для авторизации данные.

Потенциальный алгоритм взаимодействия пользователя с приложением выглядит следующим образом (рис. 2):

- 1) Запуск программы.
- 2) Введение необходимых данных в окне авторизации.
- 3) Фотографирование лица пользователя.
- 4) Ожидание окончания работы приложения.
- 5) Получение результата.

Программа будет реагировать на действия пользователя так:

- 1) Открытие окна авторизации.
- 2) Обработка пользовательского ввода.
- 3) Поиск данных в базе данных.
- 4) Выполнение сравнения лиц.
- 5) Отправка результата.

#### 5. Заключение

Архитектурная модель, позволяющая включить программные модули Python в существующие системы «1С:Предприятие» и внедрить в них систему распознавания лиц, помогла найти возможное реше-

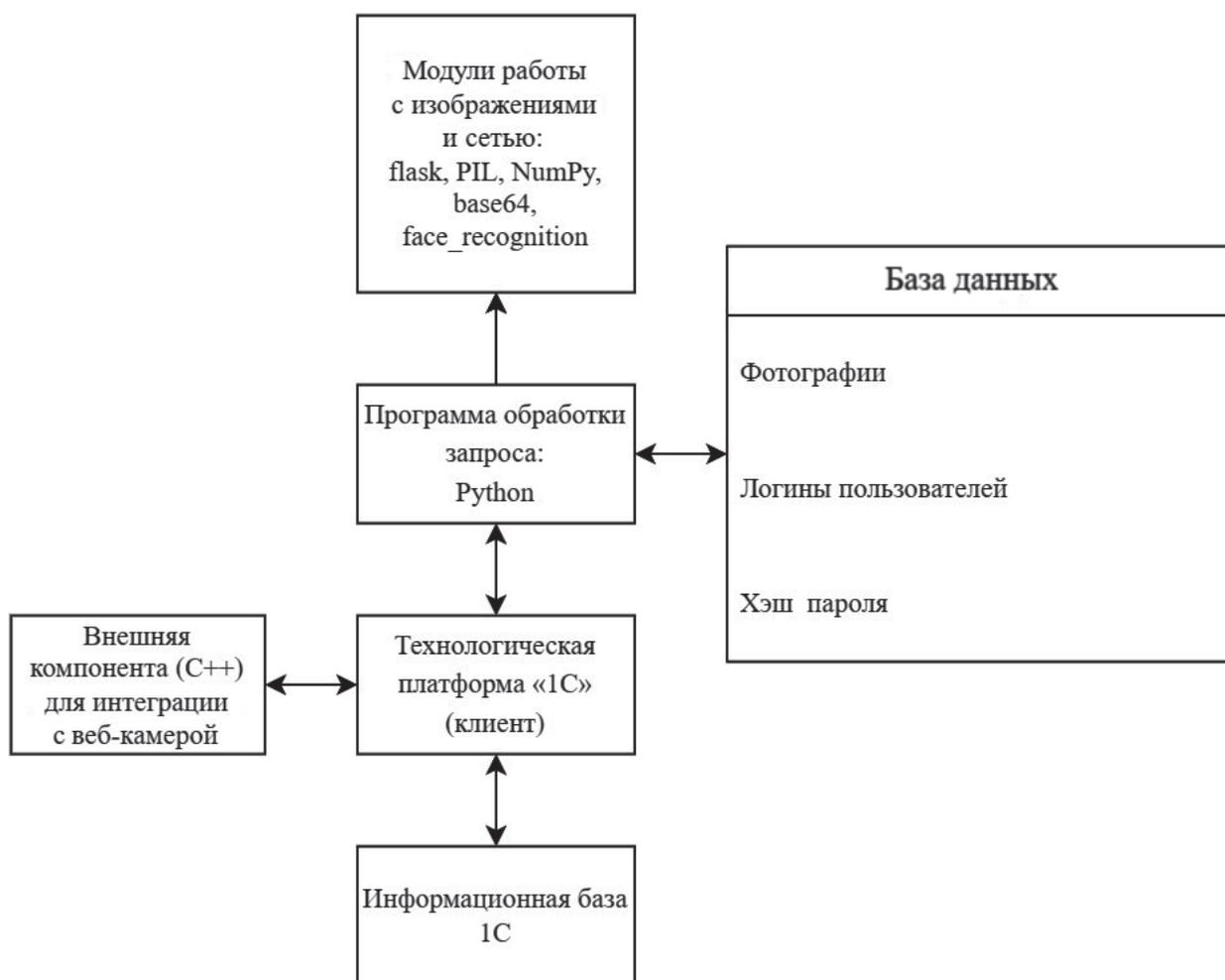


Рис. 1. Архитектура приложения

Fig. 1. Application architecture

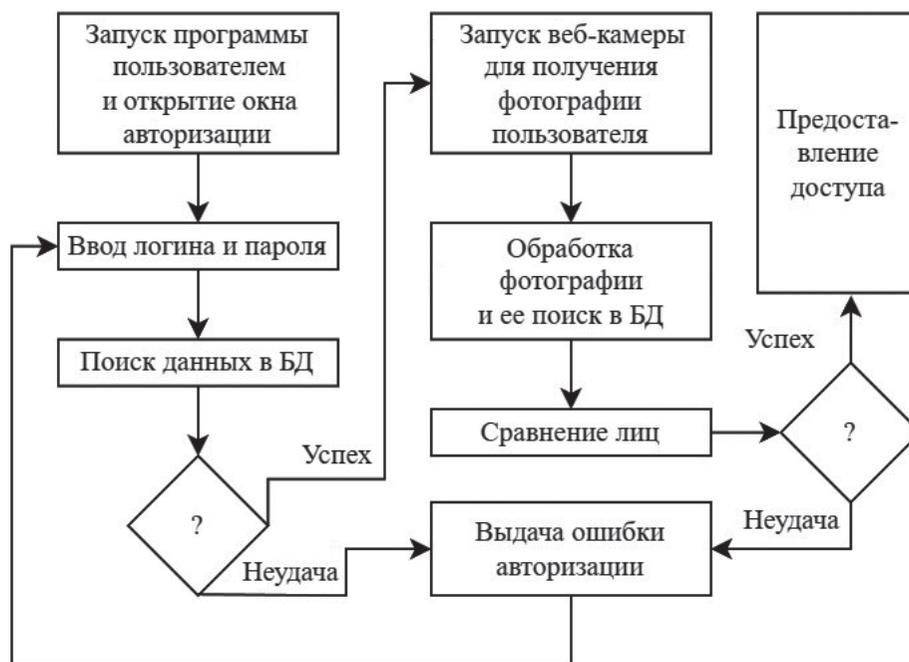


Рис. 2. Алгоритм взаимодействия пользователя с приложением

Fig. 2. Algorithm of user interaction with the application

ние проблемы утечки данных внутри организаций, соответствующее современным требованиям масштабируемости, устойчивости к высоким нагрузкам на клиентскую часть и при этом удобное и простое в распространении. Дальнейшие перспективы развития системы могут заключаться в следующих направлениях:

- добавление новых программных модулей, усложняющих процесс авторизации (например, проверка голоса);
- создание метаинтерфейса, позволяющего пользователю выбирать из нескольких типов проверки личности;
- организация мониторинговой инфраструктуры, являющейся сегодня эффективным инструментом прогнозирования потенциальных проблем системы [20, 21].

#### Список источников / References

1. Путинцев А. Н., Воинова В. Ю., Демикова Н. С., Лапина А. С. Веб-приложение «Врожденные пороки и аномалии развития»: оценка эффективности на основе обратной связи. *Врач и информационные технологии*. 2020;(4):6–13. EDN: BCZAOE. DOI: 10.37690/1811-0193-2020-4-6-13.

[Putintsev A. N., Voinova V. Yu., Demikova N. S., Lapina A. S. Web application “Congenital malformations”: Program effectiveness evaluation based on feedback. *Medical Doctor and IT*. 2020;(4):6–13. (In Russian.) EDN: BCZAOE. DOI: 10.37690/1811-0193-2020-4-6-13.]

2. Ванин П. А., Нестеров А. С., Холодиллин И. Ю. Внедрение технологий ИОТ и АR на примере учебного лабораторного стенда для практических занятий студентов электротехнических специальностей. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика*. 2020;20(1):123–133. END: THWIQD. DOI: 10.14529/power200114.

[Vanin P. A., Nesterov A. S., Kholodilin I. Yu. Integration of IIoT and AR technologies into training & teaching via laboratory equipment. *Bulletin of South Ural State University. Series: Power Engineering*. 2020;20(1):123–133. (In Russian.) END: THWIQD. DOI: 10.14529/power200114.]

3. Ильин В. А., Правосудов Р. Н. Технология автоматизации подготовки образовательных программ вуза в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3+-. *Информатика и образование*. 2020;35(3):5–10. EDN: NPBDBR. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-3-5-10.

[Ilyin V. A., Pravosudov R. N. The technology of automation of the preparation of the educational programs of university in accordance with the requirements of the Federal State Educational Standards of Higher Education 3+-. *Informatics and Education*. 2020;35(3):5–10. (In Russian.) EDN: NPBDBR. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-3-5-10.]

4. Преображенский Ю. П., Линкина А. В. Оптимизация внедрения электронной информационной образовательной среды в учебном заведении. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021;83(4(90)):370–374. EDN: FAOSDU. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-4-370-374.

[Preobrazhensky Yu. P., Linkina A. V. Optimization of the implementation of an electronic educational environment in an educational institution. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021;83(4(90)):370–374. (In Russian.) EDN: FAOSDU. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-4-370-374.]

5. McCourt S., McLaren I. P. L., Civile C. Changing face contours reduces the inversion effect and overall recognition performance. *Current Research in Behavioral Sciences*. 2023;4:100115. DOI: 10.1016/j.crbeha.2023.100115.

6. Huang B., Wang Z., Wang G. et al. PLFace: Progressive learning for face recognition with mask bias. *Pattern Recognition*. 2023;135:109142. DOI: 10.1016/j.patcog.2022.109142.

7. Boussaad L., Boucetta A. Deep-learning based descriptors in application to aging problem in face recognition. *Journal of King Saud University — Computer and Information Sciences*. 2022;34(6A):2975–2981. DOI: 10.1016/j.jksuci.2020.10.002.

8. Rajeshkumar G., Braveen M., Venkatesh R. et al. Smart office automation via faster R-CNN based face recognition and internet of things. *Measurement: Sensors*. 2023;27:100719. DOI: 10.1016/j.measen.2023.100719.

9. Billah M. F. R. M., Adnan M. A. SMARTLET: A dynamic architecture for real time face recognition in smartphone using cloudlets and cloud. *Big Data Research*. 2019;17:45–55. DOI: 10.1016/j.bdr.2018.07.001.

10. Ai H., Cheng X. Research on embedded access control security system and face recognition system. *Measurement*. 2018;123:309–322. DOI: 10.1016/j.measurement.2018.04.005.

11. Kumar B. D., Mir H. A., Ahmed M. K., Siddiqui M. T. Exam form automation using facial recognition. *Materials Today: Proceedings*. 2023;80:2236–2240. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.06.190.

12. Sardar A., Umer S. Implementation of face recognition system using BioCryptosystem as template protection scheme. *Journal of Information Security and Applications*. 2022;70:103317. DOI: 10.1016/j.jisa.2022.103317.

13. Xu H., Li W., Cai Z. Analysis on methods to effectively improve transfer learning performance. *Theoretical Computer Science*. 2023;940:90–107. DOI: 10.1016/j.tcs.2022.09.023.

14. Хаметова Э. Ф., Бакиева О. Р. Разработка программного комплекса для количественного анализа химического состава по Оже-электронным спектрам. *Химическая физика и мезоскопия*. 2023;25(1):113–119. EDN: SKVCNE. DOI: 10.15350/17270529.2023.1.12.

[Khametova E. F., Bakieva O. R. Development of a software package for quantitative analysis of chemical composition by Auger-electron spectra. *Chemical Physics and Mesoscopy*. 2023;25(1):113–119. (In Russian.) EDN: SKVCNE. DOI: 10.15350/17270529.2023.1.12.]

15. Лисовец Ю. П., Романова Е. Л., Вай Я. М. Подготовка базы данных для автоматизированного контрольно-пропускного пункта на режимный объект. *Известия высших учебных заведений. Электроника*. 2020;25(4):367–373. EDN: EOEDJF. DOI: 10.24151/1561-5405-2020-25-4-367-373.

[Lisovec U. P., Romanova E. L., Wai Ya. M. Preparing a database for an automated checkpoint at a sensitive area. *Proceedings of Universities. Electronics*. 2020;25(4):367–373. (In Russian.) EDN: EOEDJF. DOI: 10.24151/1561-5405-2020-25-4-367-373.]

16. Fielding R. T. Architectural styles and the design of network-based software architectures: Dr. philos. sci. diss. University of California, Irvine, USA, 2000. 162 p. <https://ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>

17. Иванов Д. В. Использование системы распознавания лиц для осуществления покупок в мобильных устройствах и веб-приложениях. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2018;18(3):457–461. EDN: XPUCYX. DOI: 10.17586/2226-1494-2018-18-3-457-461.

[Ivanko D. V. Face recognition system for payment process on mobile devices and web-applications. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2018;18(3):457–461. (In Russian.) EDN: XPUCYX. DOI: 10.17586/2226-1494-2018-18-3-457-461.]

18. Бычков И. В., Ружников Г. М., Федоров Р. К., Попова А. К., Авраменко Ю. В. О классификации космических снимков Sentinel-2 нейронной сетью ResNet-50. *Компьютерная оптика*. 2023;47(3):474–481. EDN: KSJOVZ. DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1216.

[Bychkov I. V., Ruzhnikov G. M., Fedorov R. K., Popova A. K., Avramenko Yu. V. On classification of Sentinel-2 satellite images by a neural network ResNet-50. *Computer Optics*. 2023;47(3):474–481. (In Russian.) EDN: KSJOVZ. DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1216.]

19. Салех Л. О. А., Хлопин С. В. Методы распознавания лиц на основе анализа видеоизображений. *Системный анализ в проектировании и управлении. Сборник научных трудов XXVI Международной научно-практической конференции*. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС; 2023;2:132–140. EDN: RZCZGE. DOI: 10.18720/SPBPU/2/id23-89.

[Saleh L. O. A., Khlopin S. V. Face recognition methods based on video image analysis. *System Analysis in Engineering and Control. Collection of Scientific Papers of the XXVI Int. Scientific and Practical Conf.* Saint Petersburg, POLYTEKH-PRESS; 2023;2:132–140. (In Russian.) EDN: RZCZGE. DOI: 10.18720/SPBPU/2/id23-89.]

20. Балашов Н. А., Балашова М. В., Книгин С. Р., Кутковский Н. А. Применение стека технологий ELK для сбора и анализа системных журналов событий. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2021;17(1):61–68. EDN: PSZFBF. DOI: 10.25559/SITITO.17.202101.731.

[Balashov N. A., Balashova M. V., Knigin S. R., Kutovskiy N. A. Using ELK stack for event log acquisition and analysis. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2021;17(1):61–68. (In Russian.) EDN: PSZFBF. DOI: 10.25559/SITITO.17.202101.731.]

21. Лазарева Н. В. Оптимальный подход к разработке программного обеспечения с использованием современных методологий и технических средств. *Инженерный вестник Дона*. 2020;(10(70)):54–63. EDN: QBMAPA.

[Lazareva N. V. Optimal software development approach using modern tools and methodologies. *Engineering Journal of Don*. 2020;(10(70)):54–63. (In Russian.) EDN: QBMAPA.]

#### Информация об авторах

**Барабаш Дмитрий Александрович**, канд. экон. наук, старший преподаватель департамента анализа данных и машинного обучения, факультет информационных технологий и анализа больших данных, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0000-1346-8209>; *e-mail*: DABarabash@fa.ru

**Панов Павел Михайлович**, магистрант направления «Прикладная информатика», профиль «Программное управление операциями разработки информационных систем», департамент анализа данных и машинного обучения, факультет информационных технологий и анализа больших данных, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0004-5120-0800>; *e-mail*: evrik163@mail.ru

#### Information about the authors

**Dmitry A. Barabash**, Candidate of Sciences (Economics), Senior Lecturer at the Department of Data Analysis and Machine Learning, Faculty of Information Technology and Big Data Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0000-1346-8209>; *e-mail*: DABarabash@fa.ru

**Pavel M. Panov**, a master student of the education program “Applied Computer Science”, profile “Software Management of Information Systems Development Operations”, The Department of Data Analysis and Machine Learning, Faculty of Information Technology and Big Data Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0004-5120-0800>; *e-mail*: evrik163@mail.ru

*Поступила в редакцию / Received*: 24.07.23.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 28.09.23.

*Принята к печати / Accepted*: 03.10.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-59-67

## О СПОСОБАХ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ И СМЕШАННОМ ФОРМАТАХ ОБУЧЕНИЯ

М. А. Савин<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

✉ abins@pstu.ru

### Аннотация

Быстрое развитие дистанционного и смешанного форматов обучения ставит перед преподавателями серьезную проблему объективной и достоверной оценки знаний студентов. Современные системы дистанционного обучения (СДО) часто не предоставляют всесторонней информации о качестве обучения в удобном для преподавателя виде. Краткий обзор СДО, занимающих лидирующие позиции по использованию в вузах Российской Федерации, позволяет в этом убедиться. Проанализированы возможности популярных СДО, их достоинства и недостатки в обработке информации об успеваемости обучающихся. По результатам анализа становится очевидной необходимость дальнейшей пользовательской обработки данных.

Показана методика оценивания качества знаний студентов на примере собственной разработки — системы управления процессом обучения Abins.NET, созданной в Пермском национальном исследовательском политехническом университете. Подтверждена необходимость использования минимум двух независимых критериев оценки качества обучения путем проведения корреляционного анализа между оценкой, временем работы и бонусными баллами.

Проведено сравнение методик начисления бонусных баллов в СДО собственной разработки, iSpring и WebTutor и сделан вывод о необходимости автоматизированного управления бонусами (начисления, списания) по критериям, которые заранее заданы разработчиком. Сформулированы выводы и предложения по выбору значимых критериев и их расчету при работе с любой СДО для оценивания успешности обучения студентов вузов.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, анализ эффективности обучения, LMS, бонусные баллы, статистическая обработка, Moodle, iSpring, WebTutor, Abins.NET.

### Для цитирования:

Савин М. А. О способах анализа качества знаний студентов при дистанционном и смешанном форматах обучения. Информатика и образование. 2023;38(6):59–67. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-59-67.

## ABOUT THE METHODS OF THE STUDENTS COMPETENCES ANALYSIS IN DISTANCE AND BLENDED LEARNING

М. А. Savin<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

✉ abins@pstu.ru

### Abstract

The rapid development of distance and blended learning formats poses a serious problem for instructors to objectively and reliably assess students' knowledge. Modern learning management systems often do not provide comprehensive information about the quality of learning in a convenient form for the teacher. A brief review of the leading distance learning systems used in universities of the Russian Federation allows us to make sure of this. The capabilities of popular learning management systems, their advantages and disadvantages in processing information about students' progress are analyzed. According to the results of the analysis, the necessity of further custom data processing becomes obvious.

The methodology of evaluating the quality of students' knowledge is shown in the example of an own development — the Abins.NET learning management system created at Perm National Research Polytechnic University. The necessity of using a minimum of two independent criteria for evaluating the quality of learning by conducting a correlation analysis between the grade, work time, and bonus points is confirmed.

The comparison of bonus points accrual methods in own-developed learning management system, iSpring, and WebTutor was carried out and the conclusion was made about the necessity of automated bonus management (accrual, write-off) according to the

criteria that are predetermined by the developer. The conclusions and suggestions on the selection of significant criteria and their calculation when working with any learning management system to assess the success of university students' learning are formulated.

**Keywords:** distance learning, learning effectiveness analysis, LMS, bonuses, statistical processing, Moodle, iSpring, WebTutor, Abins.NET.

**For citation:**

Savin M. A. About the methods of the students competences analysis in distance and blended learning. *Informatics and Education*. 2022;38(6):59–67. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-59-67.

## 1. Введение

Широкое использование дистанционного и смешанного обучения, особенно в период пандемии COVID-19, создало острую необходимость в объективной оценке результатов такого обучения. При дистанционном формате эффективные способы и методики оценивания знаний и навыков, полученных обучающимися, крайне важны, поскольку прямое, «живое» взаимодействие с преподавателем отсутствует. В этом случае основной движущей силой образовательного процесса является собственная мотивация студента, которая должна стимулироваться соревновательным элементом (рейтинговые системы оценивания, геймификация и др.) [1, 2]. Для смешанного обучения анализ активности обучающихся на конкретной образовательной платформе менее актуален — преподаватель может сам оценить уровень знаний студента на очных лабораторных, практических, лекционных занятиях или семинарах. Тем не менее наблюдение за самостоятельной (в том числе дистанционной) работой обучающихся и ее оценивание необходимы для составления полного, объективного представления об уровне их знаний.

Современные программные комплексы предлагают ограниченный набор инструментов анализа учебной деятельности, включающий в себя следующие основные элементы:

- анализ посещаемости образовательной платформы и активности пользователей;
- просмотр оценок, полученных обучающимися, в том числе средних по модулю или дисциплине;
- анализ выполненных тестов (длительность тестирования, ответы студентов, количество попыток и т. д.).

При этом возможностей гибкого и удобного вывода полной статистической информации часто нет. В большинстве образовательных программных комплексов это компенсируется открытостью исходного кода, но далеко не каждый рядовой пользователь готов погружаться в программирование: большинство предпочитает иметь полноценный инструментальный используемой программы «из коробки».

## 2. Обзор систем дистанционного обучения

Сегодня существует множество открытых образовательных платформ и систем дистанционного обучения (СДО), позволяющих организовать учебный процесс любой сложности по той или иной дисциплине [3]. Поскольку для основного дистанционного

и смешанного обучения студентов часто используют именно СДО типа Moodle, iSpring, WebTutor<sup>1</sup> [4], а открытые платформы (Coursera и др.) играют вспомогательную роль, приведем обзор доступных инструментов мониторинга для первых.

### 2.1. Moodle

Самый распространенный инструмент оценки деятельности пользователя в любом программном продукте (информационно-аналитические системы, СДО, социальные сети и пр.) — это мониторинг активности. Moodle не является исключением и поэтому предоставляет возможность генерации полного отчета по пользователю. В этот отчет включена информация о количестве входов в систему, количестве просмотров того или иного материала, времени работы с образовательным ресурсом и т. п. [5, 6]. Единственным параметром, в некоторой степени характеризующим успешность обучения, является средний балл по дисциплине, выводимый в том же отчете.

Очевидно, что для объективной оценки процесса обучения этого недостаточно, тем более что учебные дисциплины содержат, как правило, более одного модуля и предусматривают неоднократный промежуточный контроль знаний. Поэтому в Moodle, помимо отчетов, существуют журналы оценок. Оценки, баллы (по умолчанию от 0 до 100) в этих журналах формируются в соответствии с учебными курсами и их модулями по сложным и запутанным алгоритмам<sup>2</sup>. Оценки могут быть взаимозависимыми либо подчиняться иерархической структуре дисциплины. В результате родительский балл начинает формироваться по весовым коэффициентам дочерних баллов и т. п.

Но в конечном итоге расчет оценок, каким бы сложным он ни был, зависит от шкалы оценивания, выбранной по умолчанию или определенной преподавателем, а также от количества правильных ответов обучающегося в выполняемом им тесте. Иначе говоря, такой расчет просто-напросто нормирует оценку.

Обычных инструментов Moodle недостаточно для получения некоторых комплексных и статистически значимых данных о результатах промежуточных и рубежных контрольных мероприятий и, самое главное, о знаниях студентов. Это объясняется тем,

<sup>1</sup> Обзор девяти платформ и сервисов для онлайн-обучения: возможности и решаемые бизнес-задачи. *iSpring. Российский продукт № 1 для онлайн-обучения*. 19.02.2022. <https://www.ispring.ru/elearning-insights/platform-onlain-obucheniya>

<sup>2</sup> Grades. Moodle. <https://docs.moodle.org/402/en/Grades>

что по умолчанию можно оценить рейтинг обучающихся либо по агрегированной оценке (баллу), либо по средней. Такой подход не отражает полной картины работы обучающегося с каждым модулем дисциплины.

Для более точного анализа необходимо вникать в пользовательский расчет оценок, который, помимо административного доступа, требует элементарных навыков программирования, знания синтаксиса языка, на котором ведется программирование в Moodle, базовых формул, функций и методов [7]. Или же необходимо разрабатывать собственные модули аналитики и представления результатов различной сложности [8]. С одной стороны, пользовательское программирование — это несомненный плюс, но с другой — не каждый пользователь на это способен. Это значит, что объективность оценивания начинает вновь зависеть от экзаменатора и перестает быть основным преимуществом дистанционного обучения [9].

Помимо результатов тестирования (оценок, анализа ответов обучающихся и т. д.), Moodle предлагает использовать оценку компетенций по параметрам, которые заранее заданы преподавателем. По сути это «взгляд» с другой стороны на все те же результаты выполнения тестов и заданий. Отчасти такой подход способствует составлению полной картины знаний обучающегося и помогает соотнести их с рабочей программой дисциплины и картой ее компетенций [10, 11].

Еще одним важным компонентом LMS Moodle являются развитые модели аналитики, в том числе основанные на машинном обучении. Эти модели призваны прогнозировать вероятность отчисления обучающегося<sup>1</sup>, темпы его успеваемости по курсу и другие параметры, анализ которых целесообразен.

Аналитика формируется на заданных преподавателем индикаторах достижения целей и в общем отображает прогресс обучающегося в освоении дисциплины. Прогнозы об отчислении строятся на анализе результатов тестирования, результатах выполнения тех или иных заданий и данных о темпах их выполнения. Стоит отметить, что большинство моделей аналитики обучения не включены в Moodle по умолчанию — это может говорить об избыточности данного функционала либо его непопулярности. Например, в статье «**Development of learning analytics dashboard based on Moodle Learning Management System**» [12] O. K. Xin и D. Singh делают подробный обзор инструментов аналитики Moodle с целью создания собственных, более удобных форм отображения данных.

## 2.2. iSpring

В СДО iSpring реализован схожий с Moodle функционал мониторинга за действиями пользователя<sup>2</sup>. По каждому обучающемуся и по всей группе в целом

<sup>1</sup> Using analytics. Moodle. [https://docs.moodle.org/402/en/Using\\_analytics](https://docs.moodle.org/402/en/Using_analytics)

<sup>2</sup> Документация по iSpring Learn. iSpring. <https://docs.ispring.ru/pages/viewpage.action?pageId=14712961>

возможно составление отчетов успеваемости, которые отображают процент завершенности каждой темы (модуля) дисциплины, количество начатых и завершенных курсов.

По каждому, пройденному студентом тесту доступна аналогичная Moodle статистика о верных и неверных ответах, времени, затраченном на тест, и т. д. Каждый тест так или иначе входит в мероприятие, учитываемое при подсчете «процента обученности». При этом сам процент рассчитывается обычным образом: число завершенных материалов (мероприятий) делится на общее количество назначенных материалов (мероприятий).

Чтобы получить больше информации о качестве обучения, необходимо часть данных обрабатывать вручную. Например, для расчета посещаемости курса, как одного из критериев качества обучения, авторы руководства СДО iSpring предлагают разделить общее количество пользователей, записанных на сессии, на число пользователей, их посетивших<sup>3</sup>.

В iSpring и некоторых других СДО возможно формирование рейтинга обучающегося. Он возникает при использовании «геймификации» и состоит из баллов, начисляемых автоматически по заданной шкале или вручную за просмотр или выполнение задания, а также за достижения. Несмотря на то, что, с одной стороны, рейтинг позволяет оценить заинтересованность студента в выполнении заданий, с другой стороны, он не дает представления о качестве их выполнения, так как баллы начисляются при достижении проходного балла тестирования либо при полном завершении задания. Условно говоря, два студента, получивших оценки «3» и «5» при проходной оценке «3», получают одинаковое количество баллов рейтинга.

## 2.3. WebTutor

Похожие элементы (рейтинг, «геймификация»), позволяющие оценить успешность обучения того или иного пользователя, есть и в СДО WebTutor. Здесь предусмотрены отчеты по тестам, курсам и тренингам, в основном предоставляющие данные о завершенности того или иного мероприятия в процентах, информацию об оценке и бонусных баллах.

При этом СДО WebTutor значительно меньше подходит для классического обучения, хотя иногда используется и в нем<sup>4</sup>. Ориентированный прежде всего на обучение, повышение квалификации и переподготовку сотрудников предприятий и организаций, WebTutor обладает схожим со многими другими СДО функционалом для мониторинга качества обучения, неизбежно включающим в себя следующие сведения:

- данные об активности обучающегося;
- время, предоставленное и потраченное на выполнение заданий;

<sup>3</sup> Отчет «Детали по сессиям». iSpring. <https://docs.ispring.ru/pages/viewpage.action?pageId=28279679>

<sup>4</sup> Обзор СДО WebTutor: возможности и решаемые бизнес-задачи. LmsList.ru. Системы дистанционного обучения. <https://lmslist.ru/sdo/obzor-webtutor/>

- результаты опросов;
- данные о написании статей;
- полученные оценки<sup>1</sup>.

Информацию об успехах обучающихся можно получить из соответствующих отчетов, но набор вариантов расчета оценок и баллов в них ограничен: расчет по сумме (агрегированные значения), по среднему и по минимальным и максимальным величинам. В общих отчетах по дистанционному обучению и вовсе выводится только средний балл. Для компенсации такой жесткой системы внедрено (по аналогии с Moodle) оценивание, основанное на компетенциях и их профилях, поведенческих индикаторах и ключевых показателях эффективности. Это еще сильнее усложняет анализ уровня знаний обучающегося, так как требует предварительного заполнения и настройки громоздких карт компетенций, индикаторов и пр., но в какой-то мере позволяет опираться не только на результаты тестов.

Отличительной особенностью WebTutor является модуль аналитики для вопросов тестов, включающий в себя анализ корреляции уровня сложности вопроса с частотой верных ответов на него, дисперсию ответов пользователей и т. п.

\*\*\*

Необходимо отметить, что во всех рассмотренных СДО организован экспорт значимых для оценки успеваемости параметров в табличные файлы CSV или XML, что позволяет осуществить внешнюю, пользовательскую обработку данных при необходимости повысить объективность и качество оценивания [13–17]. Если для бесплатных продуктов такой подход — практически норма, то в отношении платных продуктов это вызывает вопросы, так как любой пользователь, приобретая программный продукт, надеется получить весь желаемый и заявленный разработчиком функционал в удобном виде.

Таким образом, в качестве инструментов объективного оценивания деятельности студентов в рассмотренных СДО можно выделить лишь модули автоматического сбора статистики как по тестам и заданиям, так и по посещаемости и просмотрам учебных материалов. *Рейтинговую систему, построенную на бонусных баллах (iSpring, WebTutor), нельзя считать объективной*, так как, во-первых, в начисление баллов вмешивается преподаватель, а во-вторых, автоматически начисляемые баллы не зависят от качества выполнения задания.

*Карты компетенций также в полной мере не решают проблему объективности оценки уровня знаний*, поскольку для разных учебных специальностей могут использоваться разные компетенции и индикаторы достижения целей по одной и той же дисциплине.

Поэтому в нашей работе представлена попытка разработки бонусной, балльно-рейтинговой системы

в СДО с целью ее использования в качестве дополнительного инструмента оценки знаний студентов и качества обучения.

### 3. Материалы и методы пользовательского анализа данных об успеваемости

Еще до широкого внедрения в процесс обучения крупных образовательных платформ типа Moodle (начало 2000-х годов) сотрудниками кафедры «Теплотехника» Пермского государственного технического университета (сейчас — Пермского национального исследовательского политехнического университета) разрабатывались собственные программы, позволяющие усовершенствовать образовательную деятельность.

На их основе в 2019 году удалось создать **авторский программный продукт Abins.NET<sup>2</sup>**, имеющий широкий спектр возможностей для организации и проведения учебных занятий со студентами очных и заочных отделений [18], например:

- тестирование по различным алгоритмам с набором закрытых и открытых вопросов трех уровней сложности;
- выполнение студентами расчетных, курсовых и лабораторных работ, в том числе дистанционных лабораторных;
- осуществление самостоятельной подготовки студентов с помощью изучения тестовых вопросов в «обозревателе»: студенту предоставляется произвольная выборка из некоторого количества вопросов (не более 30) по текущей теме, на которые он может ответить неограниченное число раз. При ошибочном ответе студент получает комментарий с разъяснениями и ссылкой на теоретический материал. Если вопрос для студента остается нерешенным, он может сохранить его в своем списке закладок и обратиться к преподавателю;
- выполнение тренировочных тестов, игровых заданий (дать определение понятий, верно составить пары из предложенных утверждений и т. д.), чтение лекционного и дополнительного материала;
- ведение автоматических журналов групп со сбором статистики по каждому студенту, ведение собственных электронных журналов;
- редактирование, добавление и удаление вопросов тестов, редактирование самих тестов, тем и учебных дисциплин.

<sup>1</sup> Документация. WebTutor. [https://webtutor.ru/\\_wt/docs\\_web](https://webtutor.ru/_wt/docs_web)

<sup>2</sup> Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614120 Российская Федерация. ABINS.NET: № 2019612632: заявлено 14.03.2019; опубликовано 28.03.2019 / Савин М. А., Селянинов Ю. А.; правообладатель ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. EDN: XEFFFQJ. Режим доступа: <https://www1.fips.ru/ofpstorage/Doc/PrEVM/RUNWPR/000/002/019/614/120/2019614120-00001/DOCUMENT.PDF>

Программный комплекс позволяет работать в круглосуточном режиме и с любого устройства благодаря реализации в виде веб-приложения. Говоря о способах оценки деятельности студентов и способах ее контроля, следует отметить, что в Abins.NET реализована сложная система мониторинга, учитывающая следующие факторы:

- время работы с каждым заданием;
- оценки по тестам;
- статистику ответов на вопросы во всех режимах тестирования и обучения;
- правильность расчетов в рамках практических заданий и историю работы с ними;
- количество входов и продолжительность каждого сеанса;
- начисление и списание бонусных баллов;
- статистику работы с игровыми заданиями и пр.

В целом проводится мониторинг практически тех же самых элементов, что и в других современных СДО.

В действительности анализ всей информации, связанной с решением задач, выполнением тестов, самостоятельной подготовкой к контрольным мероприятиям, часто является избыточным и утомительным в любой СДО. Поэтому в ходе длительного исследования и поиска методологии оценивания в Abins.NET были выделены и запрограммированы **ключевые параметры успешности дистанционного и смешанного обучения для конкретного студента:**

- результаты тренировочных и контрольных тестов (оценки, количество тестов, время);
- результаты работы с «обозревателем» (время и процент верных ответов);
- суммарное время работы с системой;
- количество посещений;
- общее количество бонусных баллов.

**По этим данным формируется глобальный рейтинг студента** — условное место обучающегося внутри его учебной группы. Максимальный балл в рейтинге равен числу студентов. Балл каждого студента является относительной величиной, меняющейся от нуля до максимального балла, и в пределе, при выполнении абсолютно всеми студентами группы одинакового количества заданий и тестов на одинаковые оценки с одинаковым временем и т. д., он будет иметь величину, равную нулю. В этом случае в группе нельзя будет выделить аутсайдера и лидера: минимум и максимум любого параметра успеваемости равны, и, соответственно, их разность, по которой формируется относительный критерий рейтинга, равна нулю. Это же справедливо для всех параметров, составляющих рейтинг, так как они приводятся к относительным величинам аналогично.

В отличие от большинства рейтингов в крупных программных продуктах, строящихся на основании средней оценки или абстрактного бонусного балла, здесь оценка вычисляется независимо, а рейтинг вынесен в отдельную категорию. Это сделано с целью более детального отслеживания текущей успеваемости.

**Расчет величин параметров для глобального рейтинга жестко привязан к медианным значениям кумулятивных параметров** (максимальный бонус, максимальное время и т. д.) и не допускает их расчета по среднему. При расчете рейтинга по средним значениям неоднократно возникали ситуации, когда обучающиеся выбирали наиболее простую для себя тему дисциплины и принимали на ней свой рейтинг, полностью игнорируя другие темы и разделы дисциплины. Это, конечно же, не имеет большого значения при смешанном формате обучения, так как в конце семестра возникает необходимость проведения зачетных или экзаменационных мероприятий, включающих в себя общение со студентом.

В случае полностью дистанционного формата обучения это становится серьезной проблемой, решить которую в той или иной мере помогает медианный расчет параметров рейтинга. Он вынуждает студента ознакомиться минимум с 50 % материала дисциплины (в противном случае медианное значение будет равно нулю), на основании чего преподаватель может делать выводы о качестве самостоятельной подготовки (обучения) студента.

Необходимо отметить, что подобный подход в соответствии с определением понятия «медиана» [19] призван улучшить качество обработки данных для студентов, слабо заинтересованных в учебном процессе либо в работе с образовательным ресурсом.

В таблице показан разброс ошибки в данных при вычислении среднего количества вопросов, изученных студентом при подготовке к промежуточной аттестации, по отношению к медианному количеству вопросов (дисциплина «Термодинамика» профиля «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок» направления подготовки 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»).

В таблице показан крайний вариант, когда студенты игнорируют по тем или иным причинам часть тем (первые четыре столбца), и общий вариант, обычно соответствующий работе 30–40 % студентов группы (последние четыре столбца). Таким образом, если студент ответственно подходит к изучению дисциплины, то он имеет схожие показатели от темы к теме и разница между расчетом параметров по среднему и по медиане крайне мала. В противном случае необходим медианный расчет.

При смешанном формате обучения, когда глобальный рейтинг играет второстепенную роль в оценке качества знаний, **одним из основных показателей успешности работы студента становится количество бонусных баллов, начисляемых при работе в Abins.NET.**

С одной стороны, **бонусы дополнительно мотивируют студента**, внося в обучение игровой момент, в том числе могут быть списаны преподавателем по просьбе студента на любые нужды, начиная от дополнительных попыток к контрольным тестам и заканчивая полным закрытием отдельной темы учебного модуля.

## Количество изученных вопросов по темам дисциплины «Термодинамика»

## Number of issues studied by topics of "Thermodynamics" discipline

Вид работы	Сту- дент 1	Сту- дент 2	Сту- дент 3	Сту- дент 4	Сту- дент 5	Сту- дент 6	Сту- дент 7	Сту- дент 8
Задачи	1	61	170	105	267	284	8	119
Курсовая по газотурбинным установкам	20	10	20	0	402	254	2	58
Лабораторная работа № 1 «Политропные процессы»	0	0	0	0	99	143	452	83
Лабораторная работа № 2 «Поршневой компрессор»	54	17	0	55	289	227	294	204
Лабораторная работа № 3 «Влажный воздух»	0	0	0	0	79	231	150	147
<b>Всего</b>	<b>75</b>	<b>88</b>	<b>190</b>	<b>160</b>	<b>1136</b>	<b>1139</b>	<b>906</b>	<b>611</b>
Среднее	15,0	17,6	38,0	32,0	227,2	227,8	181,2	122,2
Медиана	1,0	10,0	0,0	0,0	267,0	231,0	150,0	119,0
Отклонение от медианы, %	1400,0	76,0	∞	∞	14,9	1,4	20,8	2,7

С другой стороны, *бонусы информируют преподавателя об общем уровне знаний студента по дисциплине*. Благодаря возможности списания за любые ошибки и начисления за верные ответы на вопросы и верно решенные практические и другие задания бонусные баллы имеют высокую корреляцию с оценками, получаемыми студентом в тестах или при устном опросе.

Предложенная система бонусов является динамической, с заранее определенной системой ранжирования на уровне исходного кода системы, в отличие от таких же решений в iSpring и WebTutor. Каждое задание, каждый вопрос имеют здесь свою цену, и свою же цену имеют ошибки, допущенные в этих заданиях. При этом списание бонусов, выполняемое преподавателем, влияет лишь на так называемую «активную» их часть, но не на общее количество бонусов по дис-

циплине, формируемое автоматически. «Активная» часть бонусов — это часть, доступная для списания преподавателем и обязательно превосходящая среднее значение общего количества бонусов в учебной группе.

На рисунках 1 и 2 показаны диаграммы рассеяния бонусов для семестровых курсов «Термодинамика» и «Основы теории тепловых двигателей» (профиль «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», направление подготовки 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»). Величины бонусов и средних оценок представлены в логарифмах для более точного сравнения. Средняя оценка складывалась из оценок за каждую тему дисциплины по пятибалльной шкале (значение логарифма оценки «5» равно 0,69897).

Таким образом, чем больше бонусных баллов набрал студент, выполняя задания в системе обучения,

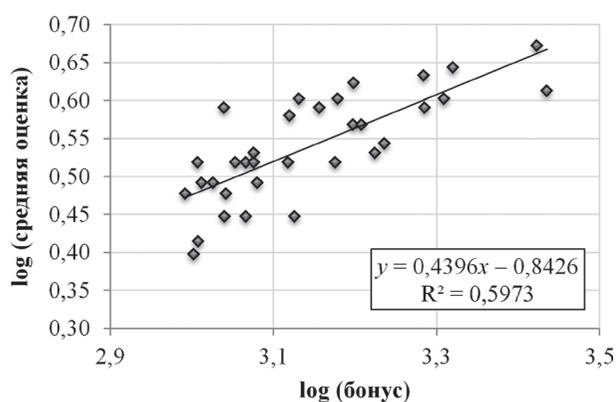


Рис. 1. Корреляция между бонусом и оценкой в дисциплине «Термодинамика» ( $r = 0,7659$ ,  $n = 33$ )

Fig. 1. Correlation between bonus and grade for "Thermodynamics" discipline ( $r = 0,7659$ ,  $n = 33$ )

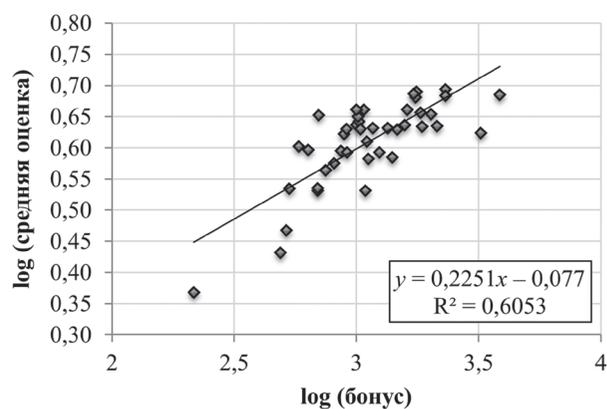


Рис. 2. Корреляция между бонусом и оценкой в дисциплине «Основы теории тепловых двигателей» ( $r = 0,7780$ ,  $n = 42$ )

Fig. 2. Correlation between bonus and grade for "Basics of the heat engines theory" discipline ( $r = 0,7780$ ,  $n = 42$ )

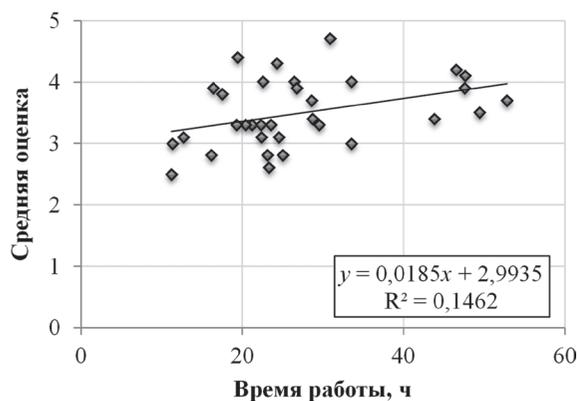


Рис. 3. Корреляция между временем работы и оценкой в дисциплине «Термодинамика» ( $r = 0,3824$ ,  $n = 33$ )

Fig. 3. Correlation between the education time and grade for "Thermodynamics" discipline ( $r = 0,3824$ ,  $n = 33$ )

тем выше его оценка, а, следовательно, и уровень знаний по дисциплине. Если же бонусный балл за данную дисциплину у студента близок к нулю и при этом он много времени провел за заданиями, выполнив большое их количество, то с высокой долей вероятности он усвоил материал дисциплины на оценку не более «3» по пятибалльной шкале.

Если проанализировать зависимость успеваемости студента от времени, проведенного за заданиями, то корреляция с оценками окажется слабой. Это можно объяснить так: во-первых, обучающиеся могут вести самостоятельную подготовку вне предлагаемого для обучения программного комплекса, например, читать учебную или учебно-методическую литературу в библиотеке или интернете. Во-вторых, очные лекционные занятия способствуют глубокому пониманию и усвоению учебного материала, что снижает потребность в дополнительном взаимодействии с электронным обучающим ресурсом.

Эти тезисы подтверждаются корреляционными зависимостями между временем работы с системой и средней оценкой, полученной в тестах по изучаемой дисциплине (рис. 3 и 4). На графиках виден слабый наклон регрессионной прямой, соответствующий коэффициенту корреляции Пирсона 0,4 при доверительном интервале 95 %. Похожие выводы представлены в статье К. D. Stiller, R. Bachmaier [20] о комплексном изучении результатов обучения, полученных не только в различных возрастных группах обучающихся, но и в различных учебных заведениях, а также в работе С. А. Шунайловой [21] об организации контроля успеваемости студентов заочного отделения.

#### 4. Обсуждение и выводы

В результате анализа существующих СДО, их возможностей и методов реализации удалось разработать собственный программный продукт, позволяю-

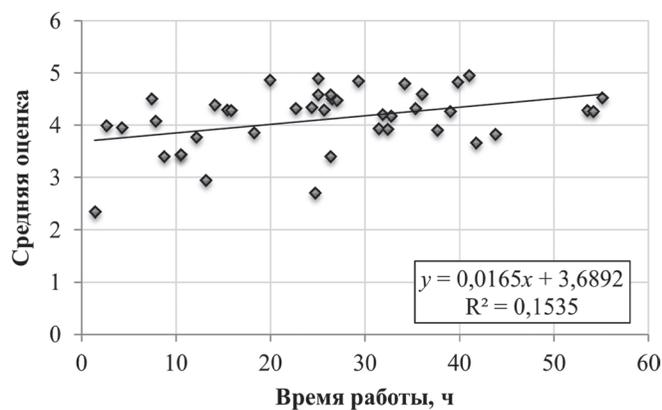


Рис. 4. Корреляция между временем работы и оценкой в дисциплине «Основы теории тепловых двигателей» ( $r = 0,3918$ ,  $n = 42$ )

Fig. 4. Correlation between the education time and grade for "Basics of the heat engines theory" discipline ( $r = 0,3918$ ,  $n = 42$ )

щий повысить эффективность анализа успеваемости и «обученности» студентов.

В ходе наблюдений за процессом обучения в дистанционном и смешанном форматах были установлены параметры, действительно значимые для формирования рейтинга, а также две принципиальные формы их расчета:

- расчет среднего значения для фиксированных параметров (например, оценки за тест);
- расчет медианного значения для кумулятивных параметров (например, бонусы, время работы, количество тестов и т. д.).

Помимо методик расчета параметров и рейтингов, важным для полноценного анализа успешности обучения является, как показала практика, наличие как минимум двух независимых, автоматизированных, простых критериев оценивания. Этими критериями могут быть, например, рейтинг, сформированный из текущих оценок, и рейтинг, сформированный баллами, начисляемыми по определенной разработчиком, общей для всех шкале, учитывающей качество и процент выполнения задания.

Здесь важен именно механизм определения шкалы баллов и оценок. Если шкалу может переопределять каждый преподаватель учебного учреждения, то теряется норма качества обучения и результаты становятся субъективными. Избежать этого можно с помощью системы общепринятых карт компетенций к дисциплинам и индикаторов достижения целей. Такая система реализована почти во всех СДО. Но ее громоздкость, обилие параметров, требующих ручного ввода, и различия в компетенциях одних и тех же дисциплин между учебными направлениями нивелируют преимущества этого механизма анализа.

Сегодня непросто найти или создать СДО, которая отвечала бы всем требованиям и обеспечивала эффективный мониторинг знаний студента, полностью

независимый от преподавателей. Особую трудность в этом контексте создает развитие систем искусственного интеллекта, в частности ChatGPT, способных ментально генерировать связные тексты (эссе, сочинения, диссертации) и максимально точно отвечать на заданные вопросы [22, 23]. Выходом из этой ситуации по-прежнему два: разработка собственного ПО или использование СДО с открытым кодом и возможностями пользовательского программирования. Второй вариант доступнее многим пользователям и сегодня практикуется все чаще.

### Список источников / References

1. Ertan K., Kocadere S. A. Gamification design to increase motivation in online learning environments: A systematic review. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*. 2022;7(2):151–159. DOI: 10.53850/joltida.1020044.

2. Говоров А. И., Говорова М. М., Валитова Ю. О. Оценка актуальности разработки методов использования средств геймификации и игровых технологий в системах управления обучением. *Компьютерные инструменты в образовании*. 2018;(2):39–54. EDN: VMZCPB.

[Govorov A. I., Govorova M. M., Valitova Yu. O. Assessment of relevance of developing methods for using gamification tools and gaming technology in the management systems of training. *Computer Tools in Education Journal*. 2018;(2):39–54. (In Russian.) EDN: VMZCPB.]

3. Тербушева Е. А., Пиотровская К. Р. Аналитический потенциал платформы Moodle для мониторинга качества персонализированного обучения. *Общество. Коммуникация. Образование*. 2021;12(4):19–34. EDN: WSSBWE. DOI: 10.18721/JHSS.12402.

[Terbusheva E. A., Piotrowska X. R. Analytical potential of the LMS Moodle for monitoring the quality of personification. *Society. Communication. Education*. 2021;12(4):19–34. (In Russian.) EDN: WSSBWE. DOI: 10.18721/JHSS.12402.]

4. Лавриненко И. Ю. Перспективы использования LMS в рамках современного высшего образования. *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2023;(1):17–35. EDN: JBMUHS. DOI: 10.24412/2304-120X-2023-11002.

[Lavrinenko I. Yu. Prospects for the LMS use in modern higher education. *Scientific and Methodological Electronic Journal “Koncept”*. 2023;(1):17–35. (In Russian.) EDN: JBMUHS. DOI: 10.24412/2304-120X-2023-11002.]

5. Florian B., Glahn C., Drachsler H., Specht M., Fabregat Gesa R. Activity-based learner-models for learner monitoring and recommendations in Moodle. *Towards Ubiquitous Learning. EC-TEL 2011. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011;6964:111–124. DOI: 10.1007/978-3-642-23985-4\_10.

6. Горюнова Е. С., Иванова А. С., Степаненко А. А., Фещенко А. В. Опыт применения инструментов оценки и практик управления качеством электронного обучения (кейс Томского государственного университета). *Открытое образование*. 2022;26(4):4–18. EDN: EJTLSQ. DOI: 10.21686/1818-4243-2022-4-4-18.

[Goryunova E. S., Ivanova A. S., Stepanenko A. A., Feshchenko A. V. Experience in using assessment tools and e-learning quality management practices (case study of Tomsk State University). *Open Education*. 2022;26(4):4–18. (In Russian.) EDN: EJTLSQ. DOI: 10.21686/1818-4243-2022-4-4-18.]

7. Басев И. Н., Голунова Л. В. Мониторинг учебной деятельности студентов в LMS Moodle (на примере дисциплины «Информатика»). *Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения: Гуманитарные исследования*. 2019;(2(6)):29–36. EDN: PIVWEL.

[Basev I. N., Golunova L. V. Monitoring of student educational activities in LMS Moodle (on the example of information technology subject). *The Siberian Transport University*

*Bulletin: Humanitarian Research*. 2019;(2(6)):29–36. (In Russian.) EDN: PIVWEL.]

8. Dobashi K. Automatic data integration from Moodle course logs to pivot tables for time series cross section analysis. *Procedia Computer Science*. 2017;112:1835–1844. DOI: 10.1016/j.procs.2017.08.222.

9. Худолей Н. В. Использование LMS Moodle при обучении иностранному языку в вузе (опыт ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ»). *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2018;15(4):410–423. EDN: YXIMOL. DOI: 10.22363/2312-8631-2018-15-4-410-423.

[Khudolei N. V. Use of LMS MOODLE in training foreign language at institutions of higher education (experience of Krasnoyarsk State Agrarian University). *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2018;15(4):410–423. (In Russian.) EDN: YXIMOL. DOI: 10.22363/2312-8631-2018-15-4-410-423.]

10. Лейхтер С. Н., Малыгина О. Г., Бажукова Т. А. Компетентностно-ориентированный экзамен по клинической лабораторной диагностике у студентов, обучающихся по специальности «медицинская биохимия». *Клиническая лабораторная диагностика*. 2020;65(3):197–200. EDN: WPSFUU. DOI: 10.18821/0869-2084-2020-65-3-197-200.

[Leikhter S. N., Malygina O. G., Bazhukova T. A. Competence-oriented exam in clinical laboratory diagnostics for students studying in the specialty “medical biochemistry”. *Clinical Laboratory Diagnostics*. 2020;65(3):197–200. (In Russian.) EDN: WPSFUU. DOI: 10.18821/0869-2084-2020-65-3-197-200.]

11. Великанова Ю. В., Косарева Е. А. Разработка заданий для самоконтроля и анализ их качества с использованием Moodle. *Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология*. 2021;(1(44)):19–28. EDN: XNTVBT. DOI: 10.18323/2221-5662-2021-1-19-28.

[Velikanova Yu. V., Kosareva E. A. The development of tasks for self-control and analysis of their quality using the Moodle system. *Science Vector of Togliatti State University. Series: Pedagogy, Psychology*. 2021;(1(44)):19–28. (In Russian.) EDN: XNTVBT. DOI: 10.18323/2221-5662-2021-1-19-28.]

12. Xin O. K., Singh D. Development of learning analytics dashboard based on Moodle Learning Management System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2021;12(7):838–843. Available at: [https://thesai.org/Downloads/Volume12No7/Paper\\_93-Development\\_of\\_Learning\\_Analytics\\_Dashboard.pdf](https://thesai.org/Downloads/Volume12No7/Paper_93-Development_of_Learning_Analytics_Dashboard.pdf)

13. Nwachukwu U., Hernández-García Á., Cuencas-Enrique C., Del-Río-Carazo L. InDash: An interactions dashboard to analyze Moodle logs. *Proc. of the Learning Analytics Summer Institute Spain 2022*. Salamanca, CEUR Workshop Proceedings; 2022;3238:18–25. Available at: <https://ceur-ws.org/Vol-3238/paper3.pdf>

14. Barsukov N. D., Sysoev I. M., Pereshokova A. A., Nikiforov I. V., Posmetnijs D. Analysis of student activity on the e-learning course based on “OpenEdu” platform logs. *Proc. of the Institute for System Programming of the RAS*. 2020;32(3):91–100. EDN: QYVJBQ. DOI: 10.15514/ISPRAS-2020-32(3)-8.

15. Akçapinar G., Bayazit A. MoodleMiner: Data mining analysis tool for Moodle Learning Management System. *İlköğretim Online*. 2019;18(1):406–415. DOI: 10.17051/ilkonline.2019.527645.

16. Бабанская О. М., Можяева Г. В., Степаненко А. А., Фещенко А. В. Организация системы мониторинга электронного обучения в LMS Moodle. *Открытое и дистанционное образование*. 2016;(3(63)):27–35. EDN: WMEDIP. DOI: 10.17223/16095944/63/4.

[Babanskaja O. M., Mozhaeva G. V., Stepanenko A. A., Feshchenko A. V. The organization of system of monitoring of electronic training in LMS Moodle. *Open and Distance Educa-*

tion. 2016;(3(63)):27–35. (In Russian.) EDN: WMEDIP. DOI: 10.17223/16095944/63/4.]

17. Насыров Н. Ф., Горлушкина Н. Н., Валитова Ю. О., Тартынских П. С. Автоматизация организации взаимопроверки работ обучающихся с использованием разработанного плагина для LMS Moodle. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2020;(8):88–94. EDN: HTEECO. DOI: 10.37882/2223-2966.2020.08.23.

[Nasyrov N. F., Gorlushkina N. N., Valitova Yu. O., Tartynskikh P. S. Automation of organization of mutual verification of student work using the developed plugin for LMS Moodle. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series "Natural and Technical Sciences"*. 2020;(8):88–94. (In Russian.) EDN: HTEECO. DOI: 10.37882/2223-2966.2020.08.23.]

18. Савин М. А., Галагин К. С., Ошивалов М. А., Селянинов Ю. А., Вахрамеев Е. И., Ульрих Т. А. Использование интерактивных автоматизированных систем при обучении студентов вузов. *Alma Mater (Вестник высшей школы)*. 2019;(6):54–60. EDN: LLZOWD. DOI: 10.20339/AM.06-19.054.

[Savin M. A., Galyagin K. S., Oshivalov M. A., Selyaninov Yu. A., Vakhrameev E. I., Ulrikh T. A. Usage of interactive computer-aided systems during training of university students. *Alma Mater. Vestnik Vysshey Shkoly*. 2019;(6):54–60. (In Russian.) EDN: LLZOWD. DOI: 10.20339/AM.06-19.054.]

19. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов. М.: Издательство Юрайт; 2023. 479 с.

[Gmurman V. E. Probability theory and mathematical statistics: A textbook for universities. Moscow, Yurajt; 2023. 479 p. (In Russian.)]

20. Stiller K. D., Bachmaier R. Using study times for identifying types of learners in a distance training for trainee teachers. *Turkish Online Journal of Distance Education*. 2019;20(2):21–45. DOI: 10.17718/tojde.557728.

21. Шунайлова С. А. Сочетание балльно-рейтинговой системы и дистанционных образовательных технологий как средство повышения качества математической подготовки студентов заочной формы обучения. *Высшее образование сегодня*. 2023;(4):69–73. EDN: MLBHRR. DOI: 10.18137/RNU.HET.23.04.P.069.

[Shunailova S. A. The combination of a point-rating system and distance educational technologies as a means of improving the quality of mathematical training of students of correspondence education. *Higher Education Today*. 2023;(4):69–73. (In Russian.) EDN: MLBHRR. DOI: 10.18137/RNU.HET.23.04.P.069.]

22. Nisar S., Aslam M. Sh. Is ChatGPT a good tool for T&CM students in studying pharmacology? *SSRN*. 2023:1–16. DOI: 10.2139/ssrn.4324310.

23. Rahman M., Watanobe Yu. ChatGPT for education and research: Opportunities, threats, and strategies. *Applied Sciences*. 2023;13(9):5783. DOI: 10.3390/app13095783.

#### Информация об авторе

Савин Максим Анатольевич, канд. тех. наук, доцент кафедры «Сварочное производство, метрология и технология материалов», механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9373-6804>; *e-mail*: [abins@pstu.ru](mailto:abins@pstu.ru)

#### Information about the author

Maksim A. Savin, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Department of Welding Production, Metrology and Technology of Materials, Mechanical Engineering Faculty, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9373-6804>; *e-mail*: [abins@pstu.ru](mailto:abins@pstu.ru)

*Поступила в редакцию / Received*: 25.05.23.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 25.08.23.

*Принята к печати / Accepted*: 05.09.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-68-74

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ СЛОВАРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

О. Н. Гончарова<sup>1</sup> ✉, А. М. Гончаров<sup>1</sup><sup>1</sup> Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, г. Симферополь, Республика Крым, Россия

✉ oxanagon@gmail.com

## Аннотация

Первичное построение и дальнейшее расширение словарного запаса иностранного языка является необходимым компонентом методик по его изучению. Этот сегмент языкового обучения в количественном и качественном отношении недостаточно представлен электронными сервисами, поэтому имеет смысл разработка современного приложения интеллектуального словаря. Целью статьи является разработка и описание новой модели архитектуры словарного приложения, устраняющей основные недостатки существующих и вводящей ряд новых методик.

Для построения модели был проведен сравнительный анализ имеющихся приложений, их классификация и исследование основных педагогических концепций, примененных при их построении. Модель основывается на особенностях подходов человека к запоминанию языковых конструкций иностранных языков. На основе модели было создано интеллектуальное словарное приложение.

Разработанный программный продукт может быть использован в процессе обучения дисциплине «Иностранный язык» на всех уровнях общего и профессионального образования. Для анализа эффективности работы нового сервиса, соответствия требованиям словарного приложения, ориентированного на пользователя, и оценки удобства интерфейса был проведен опрос. По его результатам можно сделать вывод, что построенное приложение предоставляет простой и эффективный инструмент для заполнения одного из пробелов в навыках обучающихся иностранному языку.

**Ключевые слова:** словарь, иностранный язык, приложение для изучения иностранных языков, цифровизация образования, перевод.

## Для цитирования:

Гончарова О. Н., Гончаров А. М. Интеллектуальное словарное приложение для изучения иностранных языков. *Информатика и образование*. 2023;38(6):68–74. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-68-74.

---

# SMART DICTIONARY APPLICATION FOR LEARNING FOREIGN LANGUAGES

O. N. Goncharova<sup>1</sup> ✉, A. M. Goncharov<sup>1</sup><sup>1</sup> V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, The Republic of Crimea, Russia

✉ oxanagon@gmail.com

## Abstract

The primary composition and the further enhancement of the vocabulary of a foreign language are essential constituents of learning techniques. This segment of language learning is quantitatively and qualitatively underrepresented by electronic services, thus, the development of a new contemporary vocabulary enhancement service is reasonable. The article aims to elaborate and describe a new architectural model of such an application, which will solve present issues and introduce several novel techniques.

To create the model, a comparative analysis of existing applications, their classification, and the study of the main pedagogical concepts applied in their construction were carried out. The model is based on the peculiarities of human approaches to memorizing linguistic constructions of foreign languages. An application based on the model was implemented.

The software product can be utilized in the process of teaching the discipline “Foreign Language” at all levels of general and professional education. To analyze the effectiveness of the new service, compliance with the requirements of a user-centered vocabulary app and assess the usability of the interface, a survey was conducted. Based on its results, it can be concluded that the built application provides a simple and effective tool to fill one of the gaps in the skills of foreign language learners.

**Keywords:** dictionary, foreign language, language-learning app, digitalization of education, translation.

## For citation:

Goncharova O. N., Goncharov A. M. Smart dictionary application for learning foreign languages. *Informatics and Education*. 2023;38(6):68–74. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-68-74.

## 1. Введение

Одним из определяющих факторов современного мира является глобализация. Глобализация, в свою очередь, требует от обучающихся знания одного или нескольких иностранных языков, желательно не ниже среднего уровня. Например, активная научная деятельность становится невозможной без знания английского языка, так как большинство научных материалов опубликовано на английском. В большинстве случаев прохождения курса иностранного языка в высшем учебном заведении недостаточно для достижения указанной цели. Обычно студент вынужден продолжить обучение самостоятельно или приложить дополнительные усилия по изучению языка параллельно с освоением образовательного курса.

С учетом актуальной тенденции по цифровизации образовательных программ и сервисов, а также несоответствия устаревших образовательных методик современным требованиям объяснимо, что значительное число обучающихся прибегает к использованию электронных приложений по изучению иностранных языков [1]. На данный момент существует множество подобных сервисов, основанных на ряде различных педагогических техник и концепций. Однако большинство программ и приложений не покрывают весь спектр возможностей формирования знаний и навыков владения иностранным языком, поэтому желательно использование их комбинаций или создание новых.

Первичное формирование и дальнейшее расширение словарного запаса является необходимым компонентом большинства методик по изучению языка. Тем не менее этот сегмент языкового обучения в количественном и качественном отношении недостаточно представлен электронными сервисами, поэтому имеет смысл разработка приложения интеллектуального словаря.

## 2. Обзор аналогичных решений

Существуют сотни приложений и сервисов, тем или иным способом позволяющих пользователю расширить словарный запас. Они могут быть устроены по-разному:

- базироваться на веб-платформе и, следовательно, быть доступными на любых устройствах;
- иметь архитектуру локально размещенного и устанавливаемого приложения;
- существовать в виде интерактивных материалов, не имеющих определенной программной привязки.

Распространение образовательной информации в виде файлов и материалов является неудобным для среднестатистического пользователя и не подлежит монетизации. Например, компания *Pimsleur*, предоставляющая языковые курсы-интенсивы [2], в 2018 году перенесла материалы курсов в формат интерактивного приложения. Как утверждают C. Leung, J. Ren, D. Choffnes и C. Wilson [3], любое

локально размещенное приложение уступает по удобству и универсальности его облачному аналогу.

Наиболее популярные приложения для изучения иностранных языков можно разделить по типу обучающих материалов:

- видео- или аудиоконтент;
- фразы и предложения;
- грамматические правила;
- электронные курсы-учебники, интерактивные курсы-интенсивы и другие.

На наш взгляд, большинство этих приложений имеют концептуальные недостатки.

Рассмотрим сервис **Lingopie**, созданный Дэвидом Датни (David Datny) и Роем Оппенхеймом (Roy Oppenheim) в 2019 году. По словам H. Reinders, C. Lai и P. Sundqvist [4], **Lingopie** является наиболее ярким представителем группы сервисов, основанных на видео- и аудиоконтенте. Пользователи могут работать с ним как в веб-версии, так и в мобильном приложении. Во время использования сервиса обучающийся пополняет словарный запас, читая субтитры к разговору, записанному на видео. Видео- или аудиоконтент сложно подобрать для начального уровня знаний обучающегося, и соответствующее приложение в процессе обучения не развивает навык чтения и письма, хотя дает поверхностное понимание грамматических правил и хорошие возможности для коммуникации на изучаемом языке.

Одну из групп приложений, лишь косвенно увеличивающих словарный запас, составляют те, базисом для которых являются грамматические правила. К этой группе относится приложение **LearnEnglish Grammar**, имеющее только мобильную версию (с более чем миллионом скачиваний). Сервис разработан в 2012 году международной организацией, представляющей Великобританию и ее культуру во всем мире, — **British Council**. Несмотря на высокие стандарты изложения основ языка, после прохождения курса обучения приложение не позволяет применять язык практически, поскольку поле полученных знаний оказывается очень локальным: фокус подобного курса смещается с вопросов практического применения языка на теоретические исследования его внутренней структуры.

Отдельную группу следует выделить «классические» приложения для изучения иностранных языков, обычно представленные и в мобильной, и в веб-версии. В них, как правило, пользователь должен набирать перевод слова на клавиатуре в ответ на вопрос или выбирать визуальную карточку, иллюстрирующую ответ. Такими сервисами являются **Duolingo**, **Rosetta Stone**, **Babbel** [5]. P. Munday [6], P. H. Абитов [7] и G. Lord [8] независимо друг от друга утверждают, что приложения этого типа сочетают в себе сильные стороны вышеперечисленных категорий, но и перенимают ряд слабых. Одной из таких слабых сторон является недостаток звукового взаимодействия: дефицит заданий на отработку восприятия слов на слух и их произношения. Приложения этой группы эффективны для пополнения словарного

запаса, но происходит это косвенным образом — в ходе других образовательных активностей, например, во время отработки произношения слов. В любом случае очевидно, что поочередное использование нескольких приложений разных категорий приводит к более широкому охвату области знаний и лучшему результату в освоении языка в целом.

В отдельную категорию следует выделить словарные приложения. Их основной задачей является непосредственно и исключительно формирование, поддержка и расширение словарного запаса изучаемого языка. Основываясь на материалах работ А. Łuczak [9] и D. Aminatun, L. Oktaviani [10], можно сделать вывод, что наиболее популярным приложением в этой категории, а также самым типичным по предоставляемому функционалу является **Memrise**. Это словарное приложение имеет ряд существенных ограничений:

- не предоставляет возможности составить свои списки слов и фраз на основе встреченных неизвестных данных;
- не позволяет одновременно отрабатывать слова из нескольких языков;
- не имеет интегрированной системы по автоматическому переводу и информации лингвистического и этимологического характера;
- не отслеживает в явном виде статистику взаимодействия пользователя с конкретными словами и фразами.

В целом расширение и закрепление словарного запаса не является основной функцией приложения для изучения иностранных языков. Мы считаем это значительным недостатком. Выше мы выделили ограничения, присущие различным представителям категории словарных приложений. Для эффективного разрешения этих двух проблем мы предлагаем новую модель словарного приложения, концептуальная архитектура которого учитывает недостатки существующих приложений и предоставляет новые возможности [11].

### 3. Архитектура авторского словарного приложения

подавляющее число обучающихся использует в процессе изучения иностранных языков рукописные (самостоятельно напечатанные) словари, в которые по табличному принципу вносятся пары изучаемых слов или словосочетаний. Впоследствии все столбцы, кроме одного (если их больше двух), каким-либо образом закрываются и проводится восстановление содержимого этих столбцов по памяти. Большинство педагогических методик обучения иностранному языку предполагает наличие таких словарей [12]. Эта техника, основанная на бумажном подходе или подобном бумажному, устарела и не является удобной и эффективной в свете современных реалий использования компьютерной техники и интерактивных пользовательских интерфейсов [13].

По результатам исследования рынка интеллектуальных словарей нами было разработано и реализо-

вано приложение интеллектуального электронного словаря **LangMemorise**. Приложение является веб-ориентированным, поэтому обладает универсальной доступностью вне зависимости от платформы клиентского устройства [14]. Рассмотрим структуру и архитектуру этого программного продукта.

Для простоты изложения материала будем называть слова, словосочетания, фразы и предложения, заносимые в словарь, *строчными данными*. За конечный промежуток времени человек может обработать или запомнить ограниченное количество информации. Следовательно, словарное приложение не должно иметь большого автоматически пополняемого множества строчных данных. Подход к использованию такого приложения следует основывать на многократной повторной отработке небольшого множества строчных данных. Экспериментально можно подтвердить, что целенаправленное запоминание более чем ста строчных словарных данных в день бессмысленно для абсолютного большинства людей [15].

Это очень важное замечание, на основании которого можно выделить структуру данных «*ежедневный список*» — список, который состоит из упорядоченных пар строчных данных и составляется заранее, а позже запоминается и обрабатывается в течение одного дня. Разумеется, его размер нельзя определить с высокой точностью по причине разнообразия случаев, в которых человеку могут встретиться неизвестные строчные данные. Пользователь может изучать ежедневный список, не привязываясь к каким-либо временным ограничениям, несмотря на термин «ежедневный». При этом нет необходимости менять конфигурацию сервиса. Каждый список пар упорядочен по отношению к другим спискам по времени внесения последнего изменения. Содержимое списка отсортировано по времени добавления данных в список.

Пара строчных данных в списке упорядочена следующим образом:

- на первом месте расположена единица строчных данных, подлежащая запоминанию и отработке (на изучаемом иностранном языке, не обязательно одном);
- на втором — единица, переводящая предыдущий элемент на родной язык пользователя или разъясняющая его в виде текста или любым способом на усмотрение пользователя.

При запуске приложения пользователю демонстрируется последний по времени редактирования список с возможностью переключения на соседний в отсортированном наборе списков. **Список может отображаться в окне приложения в трех режимах:**

- **в режиме 1** пользователь видит столбец, содержащий первые элементы пар списка, а нажатие на элемент вызывает процедуру обработки ошибки (см. ниже);
- **в режиме 2** отображается таблица соответствия из двух столбцов, которые состоят из элементов пар соответствующего номера (рис. 1);

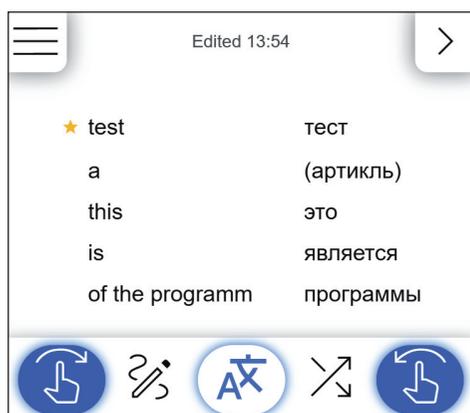


Рис. 1. «Ежедневный список» в режиме 2  
Fig. 1. “The daily list” in mode 2

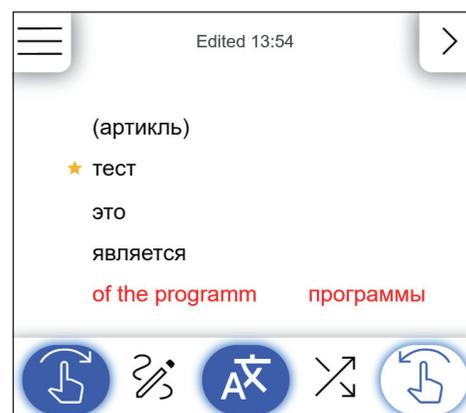


Рис. 2. «Ежедневный список» в режиме 3  
Fig. 2. “The daily list” in mode 3

- **режим 3** аналогичен режиму 1 за исключением того, что из каждой пары извлекается второй, а не первый элемент.

Используя режим 2, пользователь проводит первоначальный просмотр и запоминание содержимого списка. Несложно заметить, что все эти режимы соответствуют примитивным операциям взаимодействия с бумажным словарем. Однако в режимах 1 и 3 пользователь не может видеть другой столбец. В процессе закрытия столбцов бумажного словаря пользователь кратковременно видит их содержание, что приводит к проблемам с запоминанием первых и, в меньшей мере, последних слов.

Изучение этимологии выбранных слов и ознакомление с примерами их использования позволяет качественно улучшить эффективность процесса запоминания [16]. В режиме 2 при нажатии на любое вхождение строковых данных пользователь будет перенаправлен на данные об этимологии содержимого этого вхождения, полученные посредством API (англ. Application Programming Interface, программного интерфейса приложения) [17].

**Рассмотрим** вышеупомянутую **процедуру обработки ошибки, применяемую в режимах 1 и 3**. Если пользователь не может восстановить содержимое не отображенного столбца, то будем считать это ошибкой. Ожидаемое поведение пользователя в случае ошибки — нажатие на строку, соответствующую паре, относительно которой совершена ошибка. Нажатие вызывает процедуру обработки ошибки. Строка окрашивается в цвет, соответствующий ошибке, например, красный. Содержимое не отображенного элемента пары становится видимым, а повторное нажатие вызывает этимологические данные. Вычислительный сектор приложения считает количество ошибок для каждой пары, учитывая номер элемента, относительно которого была совершена ошибка. На рисунке 2 изображен результат выполнения процедуры обработки ошибки для слова «программы».

Неочевидным, но статистически проверяемым фактом является то, что при запоминании содержания упорядоченной последовательности данных и ее

последующем воспроизведении порядок начинает играть существенную роль [18]. Иными словами, человек запоминает цепочку слов и не может извлечь из нее элемент в отсутствие предыдущего. Обычные рукописные или им подобные словари имеют структуру упорядоченного списка, а значит, к ним применимо вышеизложенное замечание. Поэтому при подготовке к демонстрации данные любого из трех режимов приложения необходимо упорядочить случайным образом, перетасовать. После однократной отработки списка или переключении режима следует повторить операции случайного упорядочения и отменить изменения пользовательского интерфейса, созданные процедурой обработки ошибки. По этой же причине номер актуального режима должен быть централизованно сохранен и использован при открытии приложения.

**В программном продукте предусмотрены режим редактирования списка** (рис. 3), **функции добавления нового списка и добавления элементов в существующий**. Возможность автоматического поиска наиболее подходящего перевода для первого элемента пары строчных данных

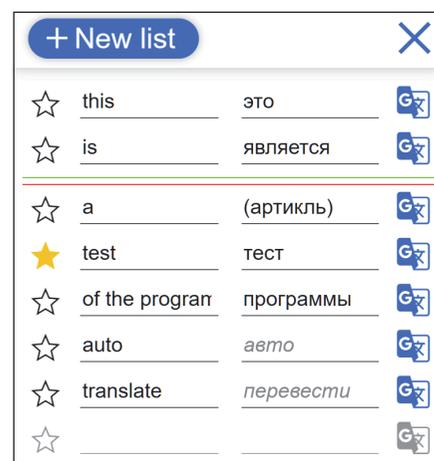


Рис. 3. Режим редактирования ежедневного списка  
Fig. 3. Editing mode of the daily list

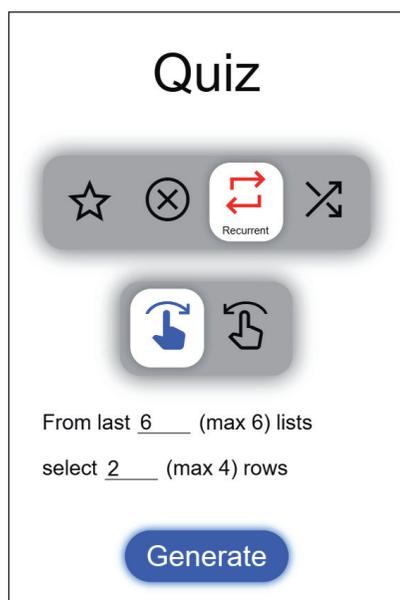


Рис. 4. Режим повторения пройденного материала

Fig. 4. Repeating mode

и автозаполнения с помощью этого перевода второго элемента значительно ускоряет взаимодействие с приложением при добавлении новых пар [19]. В архитектуру редактора включена возможность пометить пары избранными и возможность автоматического перехода в облачный сервис перевода [20].

Поскольку структура ежедневного списка предполагает регулярное взаимодействие с новым списком (например, каждый день), необходимо предусмотреть механизм повтора и закрепления пройденного материала. Это возможно выполнить с помощью *механизма квеста* (рис. 4). Он имеет четыре сценария, каждый из которых соответствует методу сборки нового списка. Такой список существует временно и используется для повторения строчных данных в нем. Временный список может быть продемонстрирован в режимах отображения 1 и 3. Осуществлять выборку пар строчных данных для временного списка следует из определенного количества последних отредактированных ежедневных списков, при этом предоставив пользователю возможность ограничить максимальное количество пар на выходе. Опишем методы сборки временного списка:

- случайная выборка из всех ранее встреченных данных;
- выборка слов, которые повторяются несколько раз в разных списках и, следовательно, сложно запоминаются;
- выборка слов, помеченных как избранные;
- выборка слов, в процессе запоминания которых было вызвано большое число процедур обработки ошибки.

В мае 2023 года программа LangMemorise была предложена для тестирования 100 студентам Физико-технического института Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, проявляв-

шим интерес к углубленному изучению иностранных языков, после чего был проведен опрос. В опросе приняли участие студенты бакалавриата (81 %) и магистратуры (19 %). 27 % опрошенных составляли женщины, а 73 % — мужчины.

Результаты опроса приведены в таблице.

Таблица / Table

#### Результаты опроса

##### Survey results

№ п/п	Вопрос	Ответы (%)	
		Да	Нет
1	Использовали ли вы приложения по изучению иностранных языков?	43	57
2	Создавали ли вы свой бумажный словарь для запоминания иностранных слов?	81	19
3	Оцениваете ли вы дополнительные опции интерфейса приложения LangMemorise как удобные?	84	16
4	Является ли запоминание одних и тех же данных с помощью LangMemorise более результативным по отношению к бумажному словарю?	58	42

#### 4. Выводы

Программные сервисы для изучения иностранных языков основаны на небольшом числе педагогических технологий. Это ведет к частичному сходству в функциональном отношении. Существует набор навыков владения изучаемым языком, недостаточно охваченных ранее созданными приложениями. Разработанное интеллектуальное словарное приложение LangMemorise предоставляет простой и эффективный инструмент для заполнения одного из таких пробелов в навыках обучающихся.

Обработка результатов опроса обучающихся, участвовавших в тестировании приложения LangMemorise, позволяет сделать следующие выводы:

- результаты ответов на вопросы 1 и 2 подтверждают актуальность разработки новых приложений для изучения иностранных языков, покрывающих разнообразные сферы знания языка, в том числе сферу словарного запаса;
- результаты ответов на вопрос 3 говорят об удобстве архитектуры целевого приложения;
- результаты ответов на вопрос 4 свидетельствуют о том, что содержимое последовательности элементов запоминается лучше, если она упорядочена.

Постановка вопроса о преимуществе одного приложения по изучению иностранных языков над другим нерациональна, поскольку такие приложе-

ния дополняют друг друга, а не конкурируют друг с другом с педагогической точки зрения.

### Список источников / References

1. Can T., Şimşek I. Fostering foreign language acquisition in young refugees using mobile devices: The YouRNI project experience. *Training, Language and Culture*. 2018;2(3):29–41. DOI: 10.29366/2018tlc.2.3.2.

2. Frumkes L. A. Pimsleur. *CALICO Journal*. 2021;38(2):259–270. DOI: 10.1558/cj.41955.

3. Leung C., Ren J., Choffnes D., Wilson C. Should you use the app for that? Comparing the privacy implications of app- and web-based online services. *Proc. of the 2016 Internet Measurement Conf.* 2016:365–372. DOI: 10.1145/2987443.2987456.

4. Reinders H., Lai C., Sundqvist P. The Routledge handbook of language learning and teaching beyond the classroom. Milton Park, UK, Routledge, 2022. 442 p. DOI: 10.4324/9781003048169.

5. Nushi M., Egbali M. H. Babel: A mobile language learning app. *TESL Reporter*. 2018;51(1):109–121.

6. Munday P. Duolingo. Gamified learning through translation. *Journal of Spanish Language Teaching*. 2017;4(2):194–198. DOI: 10.1080/23247797.2017.1396071.

7. Абитов Р. Н. Компьютерная платформа Duolingo как ресурс для интенсификации изучения иностранного языка в инженерном вузе. *Образование и саморазвитие*. 2017;12(1):45–55. EDN: YPTPGJ.

[Abitov R. N. Duolingo e-learning platform as means to identify foreign language teaching at technical universities. *Education and Self-development*. 2017;12(1):45–55. (In Russian.) EDN: YPTPGJ.]

8. Lord G. Rosetta Stone for language learning: An exploratory study. *IALLT Journal of Language Learning Technologies*. 2016;46(1):1–35. DOI: 10.17161/iallt.v46i1.8552.

9. Łuczak A. Using Memrise in legal English teaching. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*. 2017;49(1):141–152. DOI: 10.1515/slgr-2017-0009.

10. Aminatun D., Oktaviani L. Memrise: Promoting students' autonomous learning skill through language learning application. *Metathesis: Journal of English Language, Literature, and Teaching*. 2019;3(2):214–223. DOI: 10.31002/metathesis.v3i2.1982.

11. Гончаров А. М. Использование облачных технологий для построения сервиса изучения иностранных языков. *Актуальные проблемы и перспективы развития экономики. Труды XXI Международной научно-практической конференции*. Симферополь: Издательский дом КФУ им. В. И. Вернадского; 2022:257–258. EDN: BZGQBC.

[Goncharov A. M. Using cloud technologies to build a service for learning foreign languages. *Actual Problems and Prospects of Economic Development. Proc. of the XXI Int. Scientific and Practical Conf.* Simferopol, Publishing House Vernadsky CFU; 2022:257–258. (In Russian.) EDN: BZGQBC.]

12. Park G. P. Language learning strategies and beliefs about language learning of university students learning English in Korea. *UT Electronic Theses and Dissertations*. Austin, USA, The University of Texas at Austin, 1995. DOI: 10.26153/tsw/44514.

13. Ивашова Е. Е. Мобильные приложения для развития иноязычной лексической компетенции у студентов языковых направлений подготовки. *XLVIII Самарская областная студенческая научная конференция: тезисы докладов. Общественные и гуманитарные науки*. Санкт-Петербург: Эко-Вектор Ай-Пи; 2022;2:171–172. EDN: SRQMUH.

[Ivashova E. E. Mobile applications for the development of foreign language lexical competence among students of language specialties. *XLVIII Samara Regional Student Sci-*

*entific Conf.: Abstracts. Social and Human Sciences*. Saint Petersburg, Eco-Vector IP; 2022;2:171–172. (In Russian.) EDN: SRQMUH.]

14. Лавлинская О. Ю., Курипта Д. В., Кутепов Д. В. Обзор инструментальных средств и технологий разработки веб-приложений. *Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах*. 2019;(1(15)):36–41. EDN: XCYRDE.

[Lavlinskaya O. U., Kuripta O. V., Kutepov D. V. Overview of means web application development and analysis of popularity promising frameworks among web developers. *Information Technologies in Construction, Social and Economic Systems*. 2019;(1(15)):36–41. (In Russian.) EDN: XCYRDE.]

15. Sanz C., Lin H. J., Lado B., Stafford C. A., Bowden H. W. One size fits all? Learning conditions and working memory capacity in “ab initio” language development. *Applied Linguistics*. 2016;37(5):669–692. DOI: 10.1093/applin/amu058.

16. Шестакова О. В. Этимологический фоносемантический анализ как способ усвоения иностранной лексики. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики*. 2019;(4):132–140. EDN: FXNPTQ. DOI: 10.15593/2224-9389/2019.4.12.

[Shestakova O. V. Ethymological phonosemantic analysis as a method of learning foreign vocabulary. *Vestnik Permskogo Nacional'nogo Issledovatel'skogo Politehnicheskogo Universiteta. Problemy Azykoznaniâ i Pedagogiki*. 2019;(4):132–140. (In Russian.) EDN: FXNPTQ. DOI: 10.15593/2224-9389/2019.4.12.]

17. Ofoeda J., Boateng R., Effah J. Application programming interface (API) research: A review of the past to inform the future. *International Journal of Enterprise Information Systems*. 2019;15(3):76–95. DOI: 10.4018/IJEIS.2019070105.

18. Engelkamp J. Visual imagery and enactment of actions in memory. *British Journal of Psychology*. 1995;86(2):227–240. DOI: 10.1111/j.2044-8295.1995.tb02558.x.

19. Куликов В. П., Еркебулан Г. Т. О применении Google Custom Search и Google Translate API в обнаружении кросс-языкового плагиата. *Вестник Алматинского университета энергетики и связи*. 2019;(4(47)):109–116. EDN: BDINHI. DOI: 10.51775/1999-9801\_2019\_47\_4\_109.

[Kulikov V. P., Yerkebulan G. T. About using Google Custom Search and Google Translate API in detection of cross-language plagiata. *Bulletin of Almaty University of Power Engineering and Telecommunications*. 2019;(4(47)):109–116. (In Russian.) EDN: BDINHI. DOI: 10.51775/1999-9801\_2019\_47\_4\_109.]

20. Матвеев М. О., Покатилов В. В. Использование облачных сервисов в обучении письменному переводу. *Язык. Культура. Перевод: современные технологии в лингвистике. Сборник научных трудов*. М.: Ru-Science; 2021:174–181. EDN: EVUUCI.

[Matveev M. O., Pokatilov V. V. Cloud services in teaching translation. *Language. Culture. Translation: Modern Technologies in Linguistics. Collection of Scientific Papers*. Moscow, Ru-Science; 2021:174–181. (In Russian.) EDN: EVUUCI.]

### Информация об авторах

Гончарова Оксана Николаевна, доктор пед. наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики, Физико-технический институт, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, г. Симферополь, Республика Крым, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8659-414X>; e-mail: oxanagon@gmail.com

Гончаров Артем Максимович, студент 3-го курса бакалавриата по специальности «Прикладная математика и информатика», кафедра информатики, Физико-технический институт, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, г. Симферополь, Республика Крым, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7124-1333>; e-mail: artyomgonc@yandex.ru

**Information about the authors**

**Oksana N. Goncharova**, Doctor of Sciences (Education), Professor, Professor at the Department of Applied Mathematics, Physics and Technology Institute, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, The Republic of Crimea, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8659-414X>; *e-mail*: [oxanagon@gmail.com](mailto:oxanagon@gmail.com)

**Artyom M. Goncharov**, a 3rd year bachelor student in specialty “Applied Mathematics and Informatics”, Department of

Informatics, Physics and Technology Institute, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, The Republic of Crimea, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-7124-1333>; *e-mail*: [artyomgonc@yandex.ru](mailto:artyomgonc@yandex.ru)

**Поступила в редакцию / Received:** 31.10.23.

**Поступила после рецензирования / Revised:** 13.11.23.

**Принята к печати / Accepted:** 14.11.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-75-85

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ В ХОДЕ ТЕСТИРОВАНИЯ

В. Н. Гусятников<sup>1</sup> ✉, Т. Н. Соколова<sup>2</sup>, А. И. Безруков<sup>1</sup>, И. В. Каюкова<sup>1</sup><sup>1</sup> Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., г. Саратов, Россия<sup>2</sup> Саратовская государственная юридическая академия, г. Саратов, Россия

✉ victorgsar@rambler.ru

## Аннотация

Согласно современным стандартам высшего образования (ФГОС 3++) обучение направлено на формирование у выпускника набора универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. В связи с этим возникает задача оценки уровня их сформированности. Поскольку компетенция является мультидисциплинарным понятием, для ее оценки требуется конструировать задание, моделирующее реальную ситуацию, при выполнении которого могут потребоваться комплексные знания и навыки, относящиеся к разным областям знаний. Одним из современных инструментов текущего и итогового контроля является компьютерное тестирование. В этом случае в ходе одного сеанса тестирования желательно оценить сразу несколько компетенций при ограниченном количестве заданий. Задача является актуальной, поскольку в используемых в настоящее время классических одномерных одно-, двух- и трехпараметрических моделях Раша—Бирнбаума предполагается, что все задания в тесте относятся к одной области знаний.

Цель статьи — предложить методику интеллектуальной оценки нескольких компетенций по итогам одного сеанса тестирования, основанную на модификации алгоритма Байеса, в которой выбор следующего задания проводится в результате анализа энтропии (неопределенности) отнесения испытуемого к типовым комбинациям (паттернам) уровней подготовленности по разным компетенциям.

Разработана оригинальная методика регуляризации алгоритма Байеса на основе оценки изменения энтропии распределения вероятностей по паттернам и дивергенции Кульбака—Лейблера, которая позволяет выявить момент, когда испытуемый дает ответ, не соответствующий тому, что от него ожидают, исходя из анализа предыдущих ответов. Предложенная методика не только повышает устойчивость байесовского алгоритма измерения вероятности принадлежности студента к заданному паттерну за счет некоторого увеличения необходимого количества заданий, но и позволяет смоделировать действия экзаменатора в процессе оценки компетенций. В целом разработанный подход дает возможность объективной оценки уровней сформированности нескольких компетенций по результатам одного тестирования.

**Ключевые слова:** компьютерное тестирование, модель Раша, компетентностный подход, адаптивное тестирование, алгоритм Байеса, дивергенция Кульбака—Лейблера.

## Для цитирования:

Гусятников В. Н., Соколова Т. Н., Безруков А. И., Каюкова И. В. Использование методов искусственного интеллекта для оценки компетенций в ходе тестирования. *Информатика и образование*. 2023;38(6):75–85. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-75-85.

## USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS TO ASSESS COMPETENCIES DURING TESTING

V. N. Gusyatnikov<sup>1</sup> ✉, T. N. Sokolova<sup>2</sup>, A. I. Bezrukov<sup>1</sup>, I. V. Kayukova<sup>1</sup><sup>1</sup> Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia<sup>2</sup> Saratov State Law Academy, Saratov, Russia

✉ victorgsar@rambler.ru

## Abstract

According to modern standards of higher education (FSES 3++), teaching is aimed at developing a set of universal, general professional, and professional competencies in a graduate. In this regard, the problem of assessing the level of their formation arises. Since competence is a multidisciplinary concept, its assessment requires designing a task that simulates a real situation, which may require complex knowledge and skills related to different areas of knowledge. One of the modern tools for current and final control is computer testing. In this case, during one testing session, it is desirable to evaluate several competencies at once with a limited number of tasks. The task is relevant, because in the currently used classical one-dimensional one-, two- and three-parameter Rasch—Birnbaum models, it is assumed that all tasks in the test belong to the same area of knowledge.

The purpose of the article is to propose a methodology for the intellectual assessment of several competencies based on the results of one testing session, based on the modification of the Bayes algorithm, in which the choice of the next task is carried out as a result of

analyzing the entropy (uncertainty) of the subject's attribution to typical combinations (patterns) of preparedness levels for different competencies.

An original technique for regularizing the Bayes algorithm based on the assessment of the change in the entropy of the probability distribution over patterns and the Kullback—Leibler divergence has been developed, which makes it possible to identify the moment when the student gives an answer that does not correspond to what is expected from them, based on the analysis of previous answers. The proposed technique not only increases the stability of the Bayes algorithm for measuring the probability of a student belonging to a given pattern by slightly increasing the required number of tasks but also allows to model the actions of an examiner in the process of competencies assessment. In general, the developed approach makes it possible to objectively assess the levels of formation of several competencies based on the results of single test.

**Keywords:** computer testing, Rasch model, competency-based approach, adaptive testing, Bayes algorithm, Kullback—Leibler divergence.

**For citation:**

Gusyatnikov V. N., Sokolova T. N., Bezrukov A. I., Kayukova I. V. Use of artificial intelligence methods to assess competencies during testing. *Informatics and Education*. 2023;38(6):75–85. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-6-75-85.

## 1. Введение

Проблема оценки компетенций, сформированных в ходе обучения, является актуальной для всех уровней современного образования. Компьютерное тестирование, являясь эффективным и широко применяемым инструментом для контроля уровня подготовленности обучающегося, активно используется для решения данной проблемы. Однако работ, посвященных научному обоснованию использования тестирования как средства оценки уровня сформированности компетенций, явно недостаточно.

Компетенция является, как известно, скрытой (латентной) характеристикой личности, которая не может быть измерена непосредственно [1]. Для ее оценки применяются различные модели, позволяющие связать наблюдаемые и латентные параметры. Наиболее известная на сегодня современная теория педагогических измерений (*англ.* Item Response Theory, IRT) стала основой создания десятков моделей, позволяющих оценивать уровень подготовленности обучающихся с учетом разнородных факторов:

- способность обучающегося решать трудные задачи;
- вероятность угадывания правильного ответа;
- возможность повторного выполнения заданий и т. д. [2–5].

В то же время применение теории IRT и лежащей в ее основе модели Раша для контроля компетенций вызывает ряд возражений. Главная проблема состоит в следующем: в классических одномерных одно-, двух- и трехпараметрических моделях Раша—Бирнбаума предполагается, что все задания в тесте относятся к одной области знаний. В *однопараметрической модели* (модели Раша) задания различаются только по уровню трудности. В *двухпараметрической одномерной модели* (модели Бирнбаума), кроме уровня трудности задания, учитывается его дифференцирующая способность, а в *трехпараметрической модели* принимается во внимание и вероятность угадывания правильного ответа.

Компетенция является мультидисциплинарным понятием, поэтому для ее оценки требуется **конструировать задание, моделирующее реальную ситуацию**. Для его выполнения могут потребоваться комплексные знания и навыки, относящиеся к раз-

ным областям знаний. При определении уровня подготовленности обучающегося желательно с помощью ограниченного количества заданий оценить сразу несколько компетенций в ходе одного сеанса тестирования. Однако это является сложной задачей, для решения которой требуется применение интеллектуальных методов формирования теста и анализа результатов тестирования, поскольку традиционные методы обработки данных тестирования не дают удовлетворительных результатов. Еще одно возражение против методов тестирования, которое часто звучит в профессиональном сообществе, состоит в том, что тест, в отличие от живого экзаменатора, не учитывает индивидуальные особенности обучающегося и тонкие нюансы его взаимодействия с преподавателем, которые раскрываются в ходе устного экзамена.

**Цель статьи** — предложить методику интеллектуальной оценки нескольких компетенций по итогам одного сеанса тестирования, основанную на модификации алгоритма Байеса, в которой выбор следующего задания проводится в результате анализа энтропии (неопределенности) отнесения испытуемого к типовым комбинациям (паттернам) уровней подготовленности по разным компетенциям. Методика позволяет смоделировать действия опытного экзаменатора в ходе оценочных процедур.

## 2. Материалы и методы

Для решения задачи оценки нескольких компонентов знаний с помощью тестов, включающих комплексные, многоэтапные задания, была предложена **многомерная теория педагогических измерений** (*англ.* Multidimensional Item Response Theory, MIRT) [6–8]. Данная теория **рассматривает модели двух типов: компенсаторные и некомпенсаторные** [9, 10]. В основе *компенсаторных моделей лежит предположение, что недостаток какого-либо знания, навыка или компетенции при выполнении задания может компенсироваться достаточным уровнем других навыков, знаний и компетенций*. Интегральный уровень развития компетенций или навыков, используемый в данной модели, определяется суммированием отдельных компонентов с их весовыми коэффициентами, а ве-

роятность правильного выполнения задания устанавливается следующим образом:

$$P_s = \frac{\exp\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i \theta_i - \delta\right)}{1 + \exp\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i \theta_i - \delta\right)}, \quad (1)$$

где:

$n$  — число исследуемых компетенций;

$\theta_i$  — уровень подготовленности испытуемого по компетенции  $i$ ;

$\alpha_i$  — чувствительность задания к компетенции  $i$  (значимость этой компетенции для выполнения задания);

$\delta$  — трудность выполнения задания.

**В некомпенсаторных моделях предполагается, что для выполнения задания необходимы все компетенции и отсутствие или недостаточный уровень одной компетенции не могут быть скомпенсированы другими компетенциями.** Вероятность выполнения задания в этом случае равна произведению вероятностей успешного проявления каждой из необходимых компетенций.

В одном из вариантов многомерной некомпенсаторной модели предполагается, что трудность задания может быть описана как линейная комбинация трудностей различных этапов выполнения этого задания, а вероятность его правильного выполнения устанавливается следующим образом:

$$P_s = \frac{\exp\left(\theta - \sum_{i=1}^n \alpha_i \delta_i\right)}{1 + \exp\left(\theta - \sum_{i=1}^n \alpha_i \delta_i\right)}. \quad (2)$$

Эта формула часто используется в педагогическом тестировании для оценки результатов выполнения заданий, решаемых в виде последовательности шагов [11]. К таким заданиям, в частности, относятся задания второй части ЕГЭ, или задания на установление соответствия. При этом данная формула не удовлетворяет в полной мере условию аддитивности трудностей, так как результирующая вероятность выполнения задания не равна произведению вероятностей выполнения отдельных шагов [12]. Наконец, существуют варианты комбинированных многомерных моделей, в которых вероятность правильного ответа записывается в виде [13]:

$$P_s = \frac{\exp\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i (\theta_i - \delta_i)\right)}{1 + \exp\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i (\theta_i - \delta_i)\right)}. \quad (3)$$

Главный недостаток всех моделей такого типа состоит в сложности их калибровки и правильной педагогической интерпретации результатов тестирования [14]. Именно поэтому многомерная теория

педагогических измерений до настоящего времени не нашла широкого применения в проводимых исследованиях ни в нашей стране, ни за рубежом.

В данной работе предлагается принципиально иной подход, обобщающий рассмотренные подходы к использованию модели Раша для оценки нескольких компетенций в процессе тестирования. При этом сделаны стандартные для современной теории педагогических измерений упрощающие предположения:

- 1) компетенции и навыки человека не меняются в ходе ответов на вопросы;
- 2) результаты выполнения каждого тестового задания не зависят от результатов выполнения других тестовых заданий;
- 3) связь между уровнем компетенции и характеристиками заданий линейна;
- 4) ответы являются бинарными.

Предположим для определенности, что при выполнении некоторого задания могут быть использованы три компетенции (обозначим их  $K_1, K_2, K_3$ ). Если для выполнения задания необходима каждая из трех компетенций (некомпенсаторная модель), то вероятность выполнения задания будет равна произведению вероятностей  $P_i$ , то есть **компетенции влияют на успешность выполнения задания по правилам логического умножения** (логическая операция конъюнкции, обозначается: «И», AND):

$$P_s = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3. \quad (4)$$

Например, для выполнения задания кроме предметных знаний ( $K_1$ ) требуется знание русского языка, на котором оно изложено ( $K_2$ ), а также знание базовых терминов дисциплины, использованных в условиях задачи ( $K_3$ ). Проводя занятия с российскими студентами, которые учились в российских школах, мы не замечаем влияния последних двух компетенций, так как вероятности  $P_2$  и  $P_3$  для них близки к единице. Ситуация резко меняется, когда занятия проводятся с иностранными студентами-первокурсниками. Они часто не могут выполнить простые для них задания по предмету из-за незнания языка или базовых терминов дисциплины, хотя компетенция  $K_1$  у них развита в достаточной степени.

**Другой вариант проявления нескольких компетенций при выполнении одного задания (компенсаторная модель) может соответствовать логической функции «исключающего ИЛИ»** (логическая операция строгой дизъюнкции, обозначается также: «сложение по модулю 2», XOR). Например, испытуемому поставлено задание: переправиться через широкую реку. Для выполнения задания он может:

- использовать коммуникативную компетенцию и договориться с лодочником;
- при развитости должного уровня физической подготовленности переплыть реку;
- построить плот, проявив мастерство в его постройке.

Иными словами, для выполнения задания необходимо иметь хотя бы одну достаточно развитую

компетенцию. В приведенном примере, если испытуемый решил построить плот, то не важно, насколько хорошо у него развиты другие компетенции. В основу представленной в работе имитационной модели, на которой будут сравниваться различные алгоритмы и методики тестирования, положен принцип использования наиболее развитой компетенции тестируемого. В этом случае вероятность выполнения задания будет равна максимальной вероятности из трех, если предполагать, что испытуемый сразу применит ту компетенцию, которая у него более развита и наиболее подходит для выполнения задания. Этот случай будет соответствовать ситуации, когда задания должны быть выполнены в ограниченное время и у испытуемого просто нет времени, чтобы делать попытки с помощью всех имеющихся у него компетенций:

$$P_s = \max(P_1, P_2, P_3). \quad (5)$$

Еще один вариант выполнения задания с применением трех компетенций можно предложить, если рассмотреть ситуацию, когда время выполнения задания не ограничено и испытуемый может попытаться применить каждую из них. Тогда для вычисления вероятности выполнения задания можно использовать функцию логического сложения (логическая операция дизъюнкции, обозначается также: ИЛИ, OR). Вероятность невыполнения задания в этом случае будет равна произведению вероятностей его невыполнения с использованием каждой из компетенций. Следовательно, вероятность его выполнения можно описать следующей формулой:

$$P_s = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2)(1 - P_3). \quad (6)$$

Рассмотренные варианты выполнения заданий с использованием нескольких компетенций иллюстрируются рисунком 1.

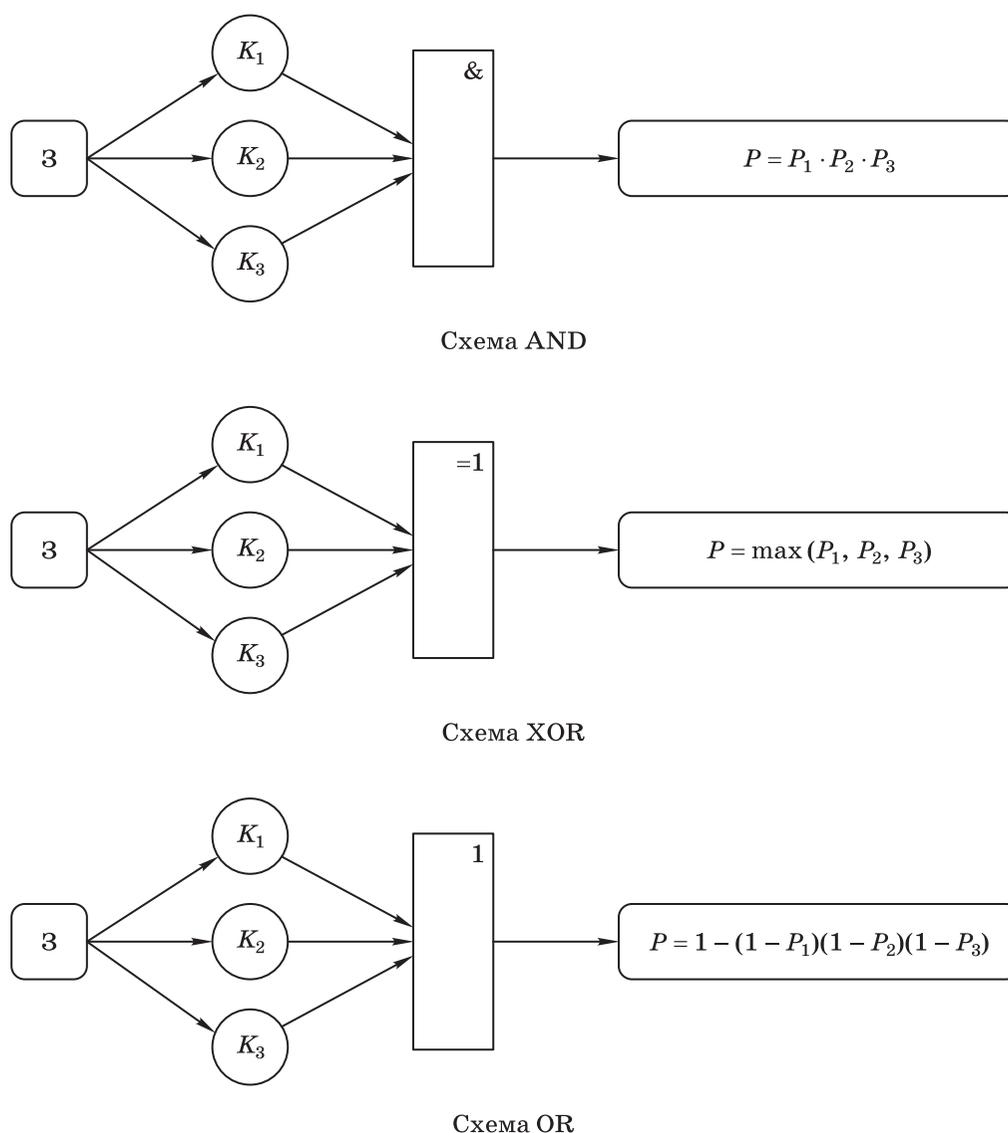


Рис. 1. Варианты определения вероятности выполнения задания, требующего нескольких компетенций  
Fig. 1. Options for determining the probability of completing a task requiring multiple competencies

Так как от трех логических переменных существует 256 логических функций, можно предложить много вариантов проявления компетенций при выполнении заданий. Эти варианты будут определяться характером самого задания, условиями проведения тестирования и индивидуальными особенностями испытуемого. При этом каждая компетенция проявляется и применяется независимо от других. Вероятность ее результативного применения описывается классической одномерной моделью Раша, а их совместное применение описывается на более высоком уровне с помощью логических функций.

Вполне очевидно, что не всякое задание может служить для оценки нескольких компетенций и оценку не всяких компетенций можно объединить в одном задании. Однако есть области профессиональной деятельности, для которых в одном задании возможно использование нескольких компетенций. Например, в области информационных технологий одно и то же задание можно выполнить совершенно различными способами и инструментами.

В качестве поясняющего примера приведем следующую ситуацию. Предположим, что задание состоит в том, чтобы вычислить значение определенного интеграла с заданной точностью. Для решения этой задачи студент может выбрать различные методы. Хороший программист разработает небольшую программу, которая вычислит интеграл с заданной точностью методом Симпсона. Для укрупненной группы специальностей 09.03.00 «Информатика и вычислительная техника» использование данного метода будет соответствовать проявлению общепрофессиональной компетенции «Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения»<sup>1</sup>, которая в ФГОС разных направлений подготовки имеет разные номера: ОПК-8 для направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»<sup>2</sup>, ОПК-6 для направлений подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии»<sup>3</sup> и 09.03.04 «Про-

граммная инженерия»<sup>4</sup>, ОПК-7 для направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»<sup>5</sup>.

Знатор программы MatLab воспользуется для решения ее возможностями, проявив знание прикладных программ. Применение этого метода будет проявлением другой общепрофессиональной компетенции специалиста по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» — ОПК-2: «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности»<sup>6</sup>. Наконец, хороший математик сумеет свести искомый интеграл к известным из справочников и по формуле Лейбница вычислит его значение, что будет соответствовать проявлению третьей общепрофессиональной компетенции из того же стандарта ОПК-1: «Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности»<sup>7</sup>.

Каждый из этих методов решения будет соответствовать проявлению «своей» компетенции. При этом сложность данного задания по отношению к разным компетенциям будет различной. По отношению к программированию это будет простой задачей, требующей умения организовать цикл и вычислять значения подынтегральной функции. Для математика это может быть значительно более сложным заданием, в зависимости от вида подынтегральной функции. Вероятность правильного выполнения этого задания будет вычисляться по формуле, соответствующей схеме XOR на рисунке 1.

Естественно, что по успешному результату выполнения одного такого задания мы не можем оценить, кто перед нами: хороший математик, или программист с навыками не ниже среднего уровня, или знатор программы MatLab не ниже начального уровня. Для получения полной картины мы должны предъявить испытуемому несколько заданий с различными уровнями трудности по каждой компетенции. Тогда по результатам их выполнения мы сможем оценить уровень развития каждой компетенции у испытуемого.

<sup>1</sup> Письмо Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12 июля 2021 года № МН-5/4611 «О направлении информации». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402554726/>

<sup>2</sup> Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 года № 929 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090301\\_B\\_3\\_15062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090301_B_3_15062021.pdf)

<sup>3</sup> Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 года № 926 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии». [https://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/090302\\_B\\_3\\_15062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/090302_B_3_15062021.pdf)

<sup>4</sup> 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](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090304_B_3_15062021.pdf)

<sup>5</sup> Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 года № 922 (ред. от 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика». [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090303\\_B\\_3\\_23062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090303_B_3_23062021.pdf)

<sup>6</sup> Там же.

<sup>7</sup> Там же.

Очевидно, что алгоритм вычисления вероятностей успешного выполнения задания по схеме XOR не охватывает все множество возможных ситуаций. Например, некоторые задания могут потребовать проявления сразу нескольких компетенций (схема AND). В данной работе рассматривается только ситуация, соответствующая схеме XOR на рисунке 1.

Следует отметить, что в большинстве работ тестирование рассматривается как процедура оценки каких-либо характеристик испытуемого, то есть описывается как процесс измерения исследуемой характеристики. Такой подход вполне оправдан, когда тестирование применяется для проведения конкурсного отбора, например, при проведении ЕГЭ.

Однако большинство промежуточных и итоговых аттестаций обучающихся не требует точного ранжирования всех испытуемых. Типичный экзамен или зачет у большинства преподавателей проходит как процедура классификации обучающихся. На экзамене их надо распределить по четырем группам: «отличники», «хорошисты», «троечники» и «неуспевающие». На зачете — всего на две группы: «зачет» и «незачет».

Задачи классификации хорошо решаются методами искусственного интеллекта. Однако использование сложных методов анализа результатов тестирования с элементами искусственного интеллекта [15] порождает другую проблему, обусловленную недостаточным уровнем доверия к подобным системам оценки как со стороны обучающихся, так и со стороны преподавателей. Уровень доверия к интеллектуальным системам в значительной мере зависит от степени прозрачности такой системы, простоты и понятности используемых в ней алгоритмов. Например, если мы будем использовать для оценки искусственную нейронную сеть, то вряд ли удастся убедить пользователей этой системы оценивания в достоверности выдаваемых результатов, как бы хорошо мы ни проектировали и ни обучали ее, так как для пользователей она будет черным ящиком.

В данной работе решается задача оценки каждой из трех компетенций по четырехбалльной шкале. Таким образом, общее количество уникальных комбинаций уровней развития анализируемых компетенций у испытуемых составляет 64. Задачу оценки этих компетенций можно свести к задаче классификации, то есть отнесения испытуемого к одному из заранее определенных типов (паттернов) [16].

Будем считать, что:

- 1) уровень подготовленности испытуемого характеризуется тремя числами  $\theta_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ , соответствующими трем разным компетенциям и принимающими ряд дискретных значений в логитах  $(-3, -1, 1, 3)$ . Эти значения в логитах соответствуют традиционным оценкам: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»<sup>1</sup>;

- 2) трудность каждого задания также задается тремя числами  $\delta_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ , характеризующими его сложность по отношению к отдельной компетенции;

- 3) вероятность результативного проявления отдельной компетенции при выполнении задания описывается в рамках одномерной однопараметрической модели Раша:

$$P_i = \frac{\exp(\theta_i - \delta_i)}{1 + \exp(\theta_i - \delta_i)}, \quad i = 1, 2, 3; \quad (7)$$

- 4) вероятность правильного выполнения задания вычисляется по правилу исключающего ИЛИ:

$$P_s = \max(P_1, P_2, P_3). \quad (8)$$

Если предположить, что имеется банк тестовых заданий с известными параметрами трудности по отношению к каждой компетенции, то можно рассчитать вероятности выполнения любого задания из этого банка испытуемым, относящимся к любому паттерну [17]. Это дает возможность применить метод Байеса для вычисления вероятностей принадлежности испытуемого к тому или иному паттерну и уточнять полученные значения после каждого выполненного задания с учетом результата его выполнения.

### 3. Результаты исследования

В предыдущих исследованиях [18, 19] авторы разработали имитационную модель процесса тестирования, использующую предложенный подход к решению задачи оценки нескольких компетенций в ходе одного сеанса. В этой модели перед выполнением первого задания предполагается, что вероятность принадлежности испытуемого к каждому из паттернов равна. После выполнения очередного задания значения вероятности принадлежности к каждому из паттернов пересчитываются по формуле Байеса. По мере выполнения заданий теста значения вероятности принадлежности к каким-то паттернам уменьшаются, а к каким-то растут. При этом каждое следующее задание выбирается таким образом, чтобы его информационная функция (количество информации об испытуемом, которое можно получить с помощью данного задания) была максимальна для паттерна, текущая вероятность принадлежности испытуемого к которому максимальна. Такой выбор следующего задания реализует алгоритм адаптивного тестирования и хорошо согласуется с используемым методом Байеса.

Исследования, проведенные на разработанной имитационной модели [19] с использованием ком-

в реальных тестах. Перевод в стандартные оценки четырехбалльной шкалы выполняется с помощью линейного преобразования (результат в логитах умножается на 0,5 плюс константа 3,5) (например, см. [5]).

<sup>1</sup> Диапазон уровней подготовленности от  $-3$  до  $3$  логитов определяется диапазоном трудностей заданий в тесте и соответствует типичным значениям, наблюдаемым

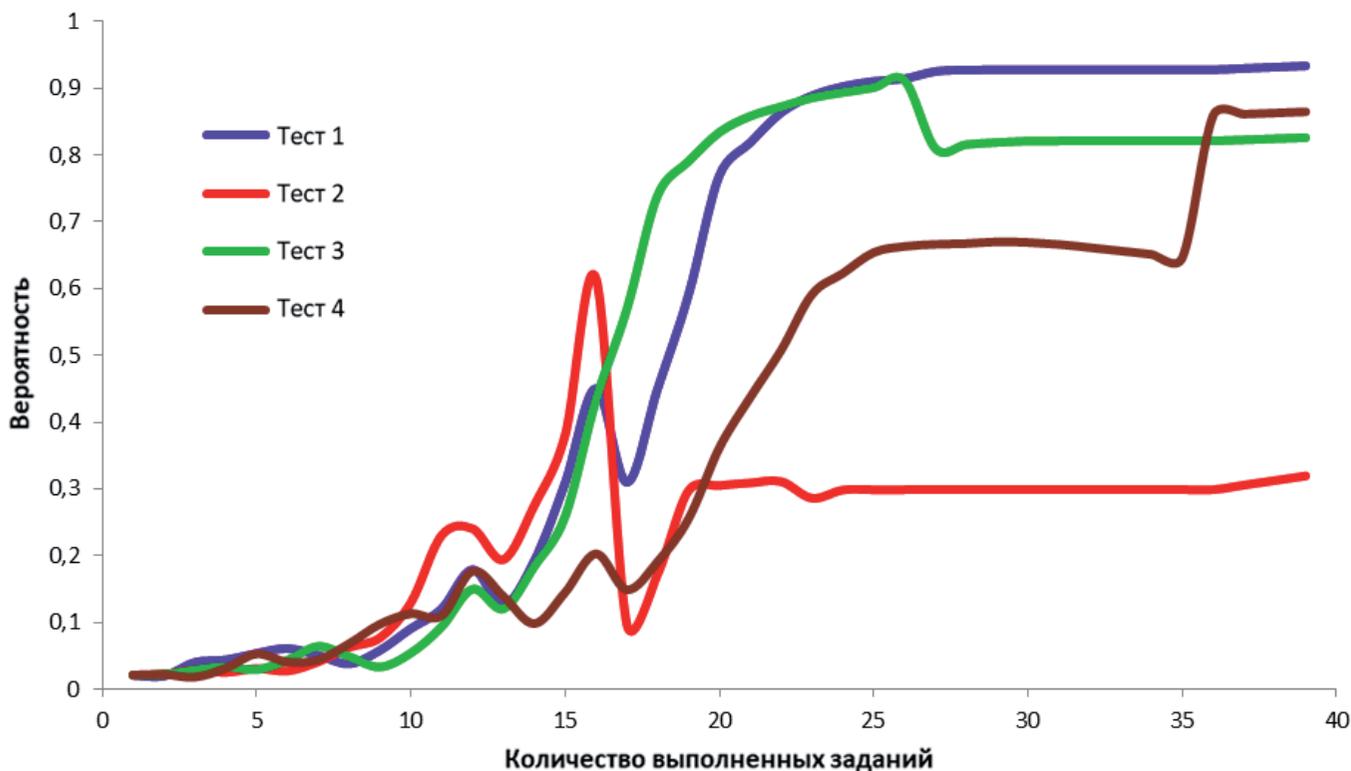


Рис. 2. Зависимость вероятности принадлежности студента заданному для него паттерну от числа выполненных заданий при нескольких имитациях процесса тестирования

Fig. 2. Dependence of the student's probability of belonging to the pattern set for him on the number of completed tasks with several simulations of the testing process

пенсаторной модели успешного выполнения задания по схеме XOR (см. рис. 1), выявили низкую устойчивость алгоритма Байеса к случайным вариантам ответов испытуемого.

На рисунке 2 представлены результаты четырех реализаций численного эксперимента для студента, имеющего хороший уровень подготовки по двум компетенциям и удовлетворительный уровень по третьей компетенции.

Кривые, отображающие изменение вероятности принадлежности испытуемого к заданному для него паттерну, показывают, что по мере выполнения заданий теста байесовская вероятность изменяется по разным сценариям. Причиной такой неустойчивости является особенность самого алгоритма Байеса, который становится излишне чувствительным к случайным факторам, влияющим на результат выполнения задания. При этом существенное влияние на траекторию изменения вероятности оказывают ответы на первые 10–15 вопросов, а последующие ответы слабо влияют на результат. В системах с искусственным интеллектом, использующих алгоритм Байеса, для контроля процесса классификации используют анализ поведения энтропии распределения вероятностей и дивергенции Кульбака—Лейблера, характеризующей изменение количества информации об испытуемом после получения от него очередного ответа [20]. На рисунке 3 показано изменение

энтропии распределения вероятностей по паттернам, дивергенции Кульбака—Лейблера и вероятности принадлежности студента заданному для него паттерну (см. кривая «Тест 2» на рис. 2) в ходе процесса тестирования.

Хорошо видно, что резкие изменения вероятности принадлежности студента к заданному паттерну сопровождаются «нетипичными» изменениями энтропии и резкими всплесками дивергенции. Каждый следующий вопрос, выбранный адаптивным алгоритмом, должен плавно снижать энтропию (степень неопределенности оценки испытуемого). Однако выполнение или невыполнение задания — случайное событие, и его вероятность тем ближе к  $1/2$ , чем ближе уровень трудности задания к уровню подготовленности испытуемого. В этом случае адаптивный алгоритм становится неустойчивым, его «мнение об испытуемом» может существенно поменяться по результатам выполнения одного задания.

Резкое уменьшение энтропии распределения вероятностей по паттернам или ее увеличение, а также резкий всплеск дивергенции Кульбака—Лейблера после очередного выполненного задания могут свидетельствовать о том, что с полученным ответом не все в порядке. Например, студент, показывающий средний уровень знаний, неожиданно ответил на сложный вопрос. Возможно, он угадал правильный ответ или воспользовался подсказкой.

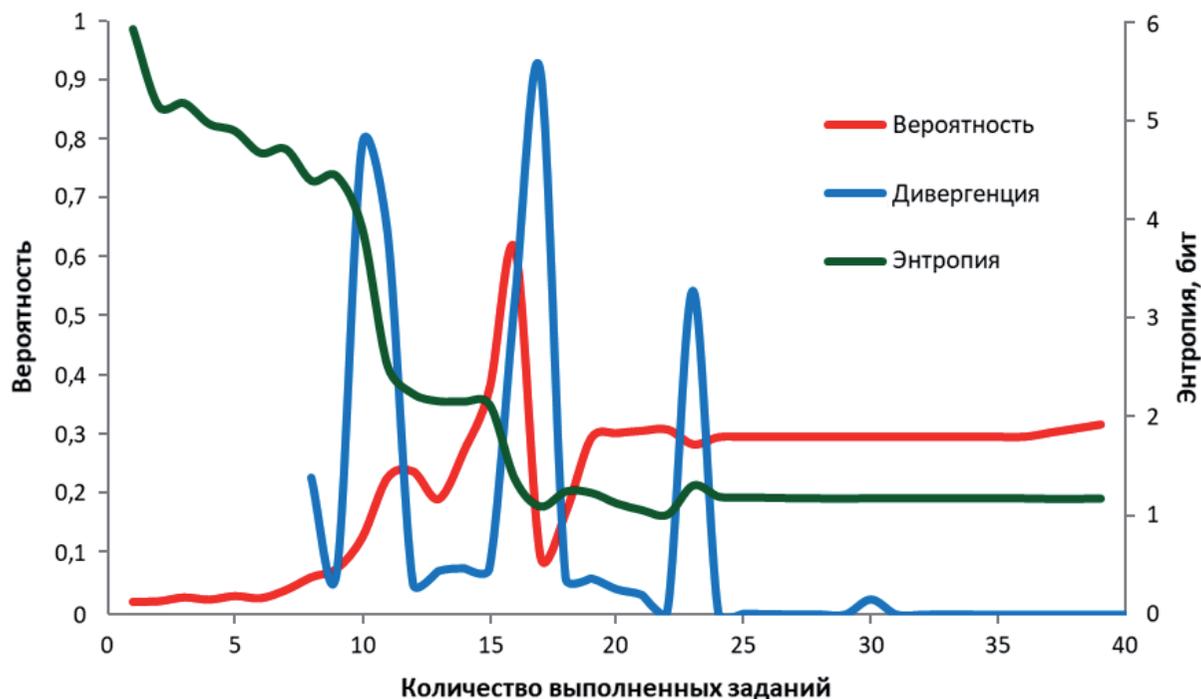


Рис. 3. Зависимость энтропии распределения вероятностей по паттернам для кривой «Тест 2» (см. рис. 2) и дивергенции Кульбака—Лейблера для этой же кривой от числа выполненных заданий

Fig. 3. The dependence of the entropy of the probability distribution over patterns for the Test 2 curve (in Fig. 2) and the Kullback—Leibler divergence for the same curve on the number of completed tasks

Опытный экзаменатор при получении ответа, не соответствующего сложившемуся мнению об испытуемом, задает дополнительный вопрос того же уровня трудности и только после этого формирует свое мнение. Анализ изменения энтропии и дивергенции Кульбака—Лейблера позволяет распознать такие моменты резкой смены «мнения об испытуемом» в ходе тестирования.

Для регуляризации получаемых решений предложена следующая процедура. Если после выполнения очередного задания дивергенция Кульбака—Лейблера испытывает резкий всплеск или энтропия распределения вероятностей по паттернам увеличивается, то результат выполнения данного задания не учитывается при расчете байесовской вероятности. Следующее задание, которое предъявляется студенту, имеет такие же параметры сложности, как и только что выполненное. Данная процедура не применяется во время выполнения первых восьми заданий, когда формируется «первичное» мнение об испытуемом.

На рисунке 4 представлены результаты тех же четырех реализаций тестирования, что и на рисунке 2, но с применением предложенного метода регуляризации байесовского алгоритма.

Рисунок 4 демонстрирует, что применение регуляризации на основе анализа изменения энтропии распределения вероятностей по паттернам и дивергенции Кульбака—Лейблера позволяет повысить устойчивость байесовского алгоритма измерения вероятности принадлежности студента к заданному

паттерну за счет некоторого увеличения необходимого количества заданий. При этом количество вопросов, необходимых для оценки уровня сформированности сразу трех компетенций в ходе одного сеанса тестирования с использованием четырехбалльной шкалы оценивания, не превышает двух-трех десятков.

Одним из недостатков существующих систем тестирования и анализа результатов теста является часто критикуемый формальный, механистический подход, не учитывающий индивидуальные особенности обучаемого. Поэтому часто звучат призывы вернуться в российском образовании к старой, «советской» системе оценивания. **Представленный подход позволяет имитировать действия опытного экзаменатора в процессе оценки результатов обучения с помощью тестирования.** На основе анализа поведения энтропии и дивергенции Кульбака—Лейблера для распределения вероятностей принадлежности паттернам разработан алгоритм выявления «нетипичных» ответов испытуемого, не соответствующих тому, что от него ожидают. Предложено в этом случае задавать дополнительный вопрос с теми же параметрами, имитируя поведение преподавателя на очном экзамене.

#### 4. Выводы

Разработанная методика установления паттерна, к которому принадлежит испытуемый, легко встраивается в системы адаптивного тестирования, так

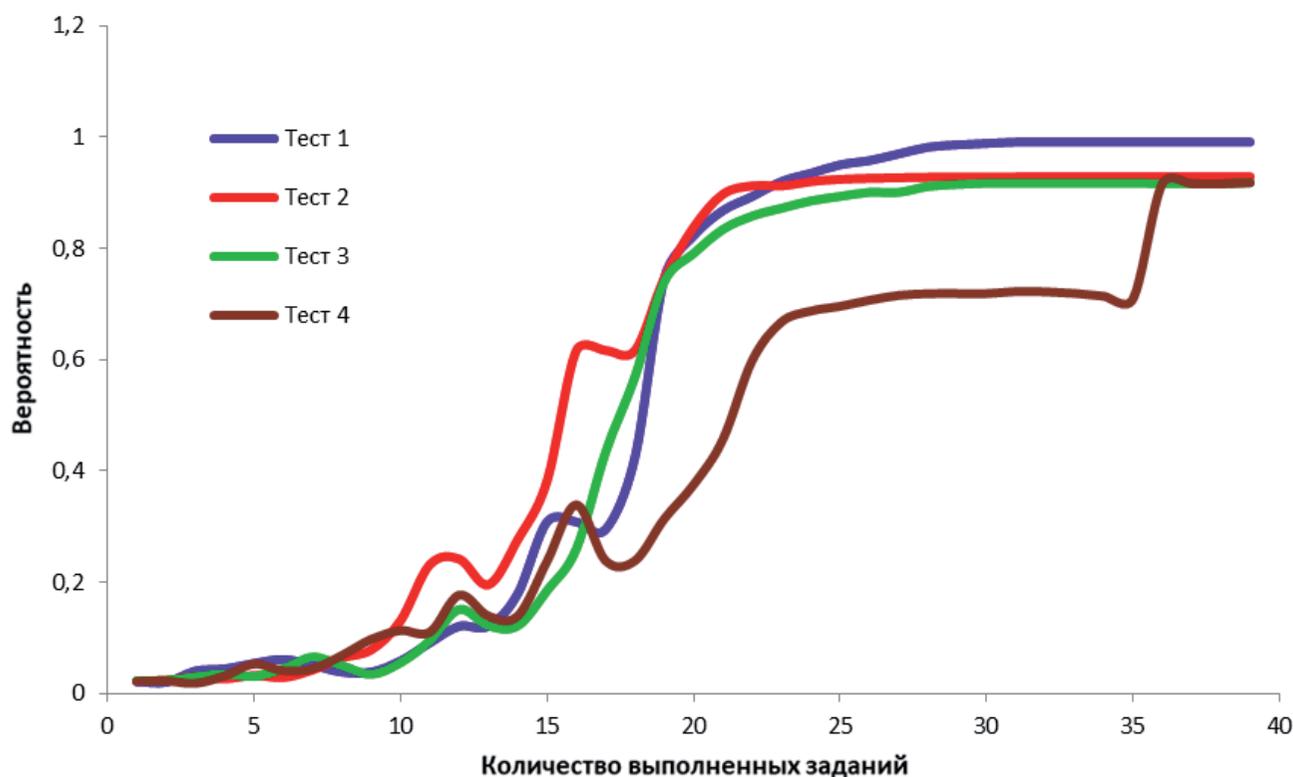


Рис. 4. Зависимость вероятности принадлежности студента заданному для него паттерну от числа выполненных заданий при нескольких имитациях процесса тестирования с регуляризацией на основе анализа энтропии и дивергенции Кульбака—Лейблера

Fig. 4. Dependence of the student's probability of belonging to the pattern set for him on the number of completed tasks with several simulations of the testing process with regularization based on entropy analysis and Kullback—Leibler divergence

как позволяет организовать итерационный процесс уточнения информации об испытуемом, рассчитывая новые значения условных вероятностей принадлежности испытуемого паттернам после каждого выполненного задания. При этом имеется возможность выбирать следующее задание, исходя из максимума информационной функции заданий, рассчитанного на основе уже имеющихся данных об испытуемом и о каждом тестовом задании, оставшемся в банке заданий.

Разработанная оригинальная методика регуляризации алгоритма Байеса на основе оценки изменения энтропии распределения вероятностей по паттернам и дивергенции Кульбака—Лейблера позволяет выявить момент, когда испытуемый дает ответ, не соответствующий тому, что от него ожидают, причем опорой служит анализ предыдущих ответов. Как поступает опытный экзаменатор, когда испытуемый дает неожиданный ответ, не соответствующий уже сложившемуся мнению о нем? Вместо того, чтобы резко изменить свое мнение об испытуемом, экзаменатор постарается задать ему дополнительный вопрос того же уровня трудности. И только после этого сформирует свое мнение. Таким образом, разработанная методика не только повышает устойчивость байесовского алгоритма измерения вероятности принадлежности студента к заданному паттерну за счет

некоторого увеличения необходимого количества заданий, но и позволяет смоделировать действия экзаменатора в процессе оценки компетенций.

В целом разработанный подход дает возможность объективной оценки уровней сформированности нескольких компетенций по результатам одного тестирования.

#### Список источников / References

1. Маслак А. А. Теория и практика измерения латентных переменных в образовании: монография. М.: Юрайт; 2022. 255 с. EDN: RFKEIY.  
[Maslak A. A. Theory and practice of measuring latent variables in education: Monograph. Moscow, Yurait; 2022. 255 p. (In Russian.) EDN: RFKEIY.]
2. Нейман Ю. М., Хлебников В. А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. М.: Прометей; 2000. 168 с.  
[Neiman Yu. M., Khlebnikov V. A. Introduction to the theory of modeling and parameterization of pedagogical tests. Moscow, Prometheus; 2000. 168 p. (In Russian.)]
3. Ким В. С. Тестирование учебных достижений: монография. Уссурийск: УГПИ; 2007. 215 с. EDN: QWGVNH.  
[Kim V. S. Testing of learning achievements: Monograph. Ussuriysk, UGPI; 2007. 215 p. (In Russian.) EDN: QWGVNH.]
4. Аванесов В. С. Item response theory: основные понятия и положения. Педагогические измерения. 2007;(2):3–28. Режим доступа: <https://testolog.narod.ru/Theory59.html>

[Avanesov V. S. Item response theory: Basic concepts and provisions. *Pedagogicheskiye Izmereniya*. 2007;(2):3–28. (In Russian.) Available at: <https://testolog.narod.ru/Theory59.html>]

5. Чельшикова М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учебное пособие. М.: Логос; 2002. 432 с.

[Chelyshkova M. B. Theory and practice of designing pedagogical tests: Study guide. Moscow, Logos; 2002. 432 p. (In Russian.)]

6. McDonald R. P. A basis for multidimensional item response theory. *Applied Psychological Measurement*. 2000;24(2):99–114. DOI: 10.1177/01466210022031552.

7. Ackerman T. A., Gierl M. J., Walker C. M. Using multidimensional item response theory to evaluate educational and psychological tests. *Educational Measurement: Issues and Practice*. 2003;22(3):37–53. DOI: 10.1111/j.1745-3992.2003.tb00136.x.

8. Bartolucci F. A class of multidimensional IRT models for testing unidimensionality and clustering items. *Psychometrika*. 2007;72(2):141–157. DOI: 10.1007/s11336-005-1376-9.

9. Freeman L. Assessing model-data fit for compensatory and non-compensatory multidimensional item response models using Vuong and Clarke statistics. *Theses and Dissertations*. University of Wisconsin, Milwaukee, US, 2016:1366. Available at: <https://dc.uwm.edu/etd/1366>

10. Fox J. P., Entink R. K., Avetisyan M. Compensatory and non-compensatory multidimensional randomized item response models. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*. 2014;67(1):133–152. DOI: 10.1111/bmsp.12012.

11. Карданова Е. Ю. Доказательство применимости политомической модели Г. Раша. *Вестник Новгородского государственного университета*. 2006;(39):13–15. EDN: MNJEKL.

[Kardanova E. Yu. Proof of the applicability of G. Rasch's polytomous model. *Vestnik NovSU*. 2006;(39):13–15. (In Russian.) EDN: MNJEKL.]

12. Попов А. П. Новое направление в компьютерном тестировании. *Наука и мир*. 2013;(1(1)):38–46. EDN: RQCKTZ.

[Popov A. P. The recent trends in computer-based testing. *Science and World*. 2013;(1(1)):38–46. (In Russian.) EDN: RQCKTZ.]

13. Wu M., Davis R. L., Domingue B. W., Piech C., Goodman N. D. Variational item response theory: Fast, accurate, and expressive. *Proc. of the 13th Int. Conf. on Educational Data Mining*. Montreal, Canada, 2020:257–268. DOI: 10.48550/arXiv.2002.00276.

14. Reckase M. D. Multidimensional item response theory. Springer New York, US; 2009. 349 p. DOI: 10.1007/978-0-387-89976-3.

15. Дворяткина С. Н. Интеграция фрактальных и нейросетевых технологий в педагогическом контроле и оценке знаний обучаемых. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика*. 2017;14(4):451–465. EDN: ZRKOQH. DOI: 10.22363/2313-1683-2017-14-4-451-465.

[Dvoryatkina S. N. Integration of fractal and neural network technologies in pedagogical monitoring and assessment of knowledge of trainees. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*. 2017;14(4):451–465. (In Russian.) EDN: ZRKOQH. DOI: 10.22363/2313-1683-2017-14-4-451-465.]

16. Куравский Л. С., Юрьев Г. А., Ушаков Д. В., Юрьева Н. Е., Валуева Е. А., Лаптева Е. М. Диагностика по тестовым траекториям: метод паттернов. *Экспериментальная психология*. 2018;11(2):77–94. EDN: TKLBMZ. DOI: 10.17759/exppsy.2018110206.

[Kuravsky L. S., Yuryev G. A., Ushakov D. V., Yuryeva N. E., Valueva E. A., Lapteva E. M. Diagnostics basing on testing paths: The method of patterns. *Experimental Psychology*. 2018;11(2):77–94. (In Russian.) EDN: TKLBMZ. DOI: 10.17759/exppsy.2018110206.]

logy. 2018;11(2):77–94. (In Russian.) EDN: TKLBMZ. DOI: 10.17759/exppsy.2018110206.]

17. Liu Y., Hu G., Cao L., Wang X., Chen M.-H. A comparison of Monte Carlo methods for computing marginal likelihoods of item response theory models. *Journal of the Korean Statistical Society*. 2019;48(4):503–512. DOI: 10.1016/j.jkss.2019.04.001.

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

[Sokolova T. N., Gusyatinikov V. N., Bezrukov A. I., Kayukova I. V. Methodology for assessing a set of competencies based on testing results. *Fundamental Research*. 2020;(12):209–215. (In Russian.) EDN: IHYEON. DOI: 10.17513/fr.42935.]

19. Гусятников В. Н., Соколова Т. Н., Безруков А. И., Каюкова И. В. Адаптивная модель тестирования нескольких компетенций на основе алгоритма Байеса. *Современные наукоемкие технологии*. 2022;(1):40–46. EDN: KPDACI. DOI: 10.17513/snt.39007.

[Gusyatinikov V. N., Sokolova T. N., Bezrukov A. I., Kayukova I. V. Adaptive model for testing several competencies based on the Bayes algorithm. *Modern High Technologies*. 2022;(1):40–46. (In Russian.) EDN: KPDACI. DOI: 10.17513/snt.39007.]

20. Кульбак С. Теория информации и статистики. М.: Наука; 1967. 408 с.

[Kulbak S. Information theory and statistics. Moscow, Nauka; 1967. 408 s. (In Russian.)]

#### Информация об авторах

**Гусятников Виктор Николаевич**, доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры «Информационно-коммуникационные системы и программная инженерия», Институт прикладных информационных технологий и коммуникаций, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., г. Саратов, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8560-4588>; *e-mail*: victorgsar@rambler.ru

**Соколова Татьяна Николаевна**, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры информационного права и цифровых технологий, Саратовская государственная юридическая академия, г. Саратов, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6175-5325>; *e-mail*: tnsokol@yandex.ru

**Безруков Алексей Иосифович**, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры «Информационно-коммуникационные системы и программная инженерия», Институт прикладных информационных технологий и коммуникаций, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., г. Саратов, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8726-6404>; *e-mail*: bezr\_Alex@mail.ru

**Каюкова Инна Викторовна**, аспирант кафедры «Информационно-коммуникационные системы и программная инженерия», Институт прикладных информационных технологий и коммуникаций, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., г. Саратов, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2691-1756>; *e-mail*: i.v.kayukova@mail.ru

#### Information about the authors

**Victor N. Gusyatinikov**, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Professor at the Department “Information and Communication Systems and Software Engineering”, Institute of Applied Information Technologies and Communication, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8560-4588>; *e-mail*: victorgsar@rambler.ru

**Tatyana N. Sokolova**, Candidate of Sciences (Economics), Docent, Associated Professor at the Department of Information Law and Digital Technologies, Saratov State Law Academy, Saratov, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6175-5325>; *e-mail*: tnsokol@yandex.ru

**Aleksey I. Bezrukov**, Candidate of Sciences (Economics), Doctor, Associated Professor at the Department “Information and Communication Systems and Software Engineering”, Institute of Applied Information Technologies and Communication, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8726-6404>; *e-mail*: bezr\_Alex@mail.ru

**Inna V. Kayukova**, a postgraduate student at the Department “Information and Communication Systems and Software

Engineering”, Institute of Applied Information Technologies and Communication, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-2691-1756>; *e-mail*: i.v.kayukova@mail.ru

*Поступила в редакцию / Received*: 29.05.23.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 17.08.23.

*Принята к печати / Accepted*: 22.08.23.

**ОБЩИЕ ВОПРОСЫ**

К 80-летию Александра Юрьевича Уварова 1

**Семенов А. Л., Абылкасымова А. Е., Варданян В. А., Григорьев С. Г., Гриншкун В. В., Каракозов С. Д., Ловягин С. А., Рудченко Т. А.** Полвека цифрового обновления отечественной школы в зеркале биографии исследователя. К 80-летию А. Ю. Уварова 1

**Уваров А. Ю., Водопьян Г. М.** О двух индикаторах процесса цифрового обновления школы 5

**КОНКУРС ИНФО-2022**

**Иманова О. А., Смолянинова О. Г.** Оценивание профессиональных компетенций магистров педагогики средствами электронного портфолио 1

Итоги XIX Всероссийского конкурса научно-практических работ ИНФО-2022 1

**Косова Е. А.** Методический подход к разработке ситуационных задач для формирования компетенций цифровой доступности электронного обучения 1

**Пантюхин Д. В.** Учебно-методические материалы мастер-класса «Состязательные атаки на нейронные сети распознавания изображений» для студентов и школьников 1

**Токтарова В. И., Ребко О. В.** Развитие цифровых компетенций в контексте цифровизации системы образования: опыт Марийского государственного университета 1

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ**

**Грушевский С. П., Назаров А. В., Назарова О. В.** Модель проектирования интерактивного дидактического контента посредством свободного и российского программного обеспечения 2

**Каракозов С. Д., Федорова Ю. В., Тохтуева С. Ю., Тралкова Н. Б.** Дидактический потенциал образовательных VR-фильмов (на примере фильма «Электроэнергетика России») 5

**Лернер И. М., Байков Ф. Ю., Карелина Е. А., Григорьев С. Г., Сычев А. С., Дымкова С. С.** Построение типичных профилей обучаемых поколения Z для повышения качества образовательного процесса 6

**Максимова М. В., Фролова О. В., Этуев Х. Х., Александрова Л. Д.** Адаптивное персонализированное обучение: внедрение современных технологий в высшем образовании 4

**Минеев А. И., Морозова Н. В., Львова М. В., Шаронова А. А.** Подготовка кадров в условиях развития цифровой экономики: опыт обучения студентов Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова работе с «1С:ERP Управление предприятием» 6

**Минеев А. И., Шаронова А. А., Щипцова А. В., Мандракова М. В.** Сотрудничество работодателя и вуза: межкаультетская лаборатория 1С Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова 3

**Отаханов Н. А.** Преподавание языка программирования Python в высших учебных заведениях 5

**Пономаренко Е. П., Красавина Ю. В., Гареев А. А., Шишкина А. А.** Познавательная деятельность студентов с инвалидностью по слуху в цифровой среде: специфика, проблемы и стили 6

**Рабинович П. Д., Кушнир М. Э., Заведенский К. Е.** Модель и цифровая платформа образовательной экосистемы преадаптации школьников к инновационной деятельности 5

**Романова Е. С., Рыжкова М. Н.** Повышение эффективности обучения студентов с помощью онлайн-тренажера для решения задач безусловной оптимизации 5

**Сабитов Р. А., Смирнова Г. С., Елизарова Н. Ю., Сабитов Ш. Р., Епонешников А. В., Григорьев И. С., Кутдусов А. А.** Трансформации подходов в обучении студентов инженерных специальностей информационным технологиям 4

**Садыкова А. Р., Белоусова А. С.** Методические основы формирования предпрофессиональных ИТ-компетенций старшеклассников в детских технопарках «Кванториум» 5

**Садыкова Г. В., Северьянов О. И.** Дистанционное обучение в эпоху пандемии: опыт российских преподавателей 1

**Трубина И. И.** Самообразование как лидирующая траектория подготовки финалистов второй Всероссийской олимпиады по искусственному интеллекту для школьников 5

**Федоров А. А., Куркин С. А., Храмова М. В., Храмов А. Е.** Нейротехнологии и искусственный интеллект как ключевые факторы кастомизации жизненно-образовательного маршрута 3

**Шамсутдинова Т. М.** Развитие навыков визуализации и визуальной аналитики в курсе информатики 3

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ТЕСТЫ**

- Безызвестных Е. А., Скрыбин М. А.** Методики сбора данных об участниках онлайн-программ дополнительного профессионального образования в вузах 2
- Григорьев Н. Ф., Онищук С. А.** Контроль знаний по информатике в военных и гражданских вузах 2
- Гусятников В. Н., Соколова Т. Н., Безруков А. И., Каюкова И. В.** Использование методов искусственного интеллекта для оценки компетенций в ходе тестирования 6
- Есин Р. В., Кустицкая Т. А., Носков М. В.** Прогнозирование успешности обучения по дисциплине на основе универсальных показателей цифрового следа LMS Moodle 3
- Жуков И. А., Костюк Ю. Л.** Система контроля знаний и практических навыков по программированию 2
- Якунин Ю. Ю., Шестаков В. Н., Ликсонова Д. И., Даничев А. А.** Прогнозирование результатов обучения студентов с использованием инструментов машинного обучения 4

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КАДРЫ**

- Касьянова Е. В., Сафонов К. В.** Современные требования к подготовке ИТ-бакалавров 2
- Чудинский Р. М., Малев В. В., Малева А. А., Дубов В. М., Башарина С. О.** Оценка предметных и методических компетенций выпускников педагогического вуза — будущих учителей информатики: дефициты и перспективы 4

**ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ**

- Абрамян М. Э.** Электронный задачник по паттернам проектирования: реализация и использование 2
- Барабаш Д. А., Панов П. М.** Создание программного прототипа системы распознавания лиц для образовательных учреждений на платформе «1С:Предприятие» 6
- Берг Д. Б., Папуловская Н. В., Вишнякова А. Ю., Дубинин Н. Н.** Онлайн-тренажер для отработки навыков выполнения математических операций 4
- Бурняшов Б. А.** Российские облачные пакеты офисных приложений в учебном процессе вузов 2

**Гамукин В. В.** Моделирование комплексного сервиса для обеспечения работы образовательной организации: взгляд экспертов 3

**Гончарова О. Н., Гончаров А. М.** Интеллектуальное словарное приложение для изучения иностранных языков 6

**Гусева Е. В., Родионов М. А.** Особенности использования программных средств образовательного назначения в рамках различных форматов подготовки будущих военных инженеров 4

**Иванилова Т. Н., Кушнеров А. В., Семенов В. А., Ильюшин И. А., Серегин А. В.** Реализация веб-приложений 3D-лабораторных практикумов для технических специальностей 3

**Кузнецова Ю. А.** Имитационное моделирование стратегического развития системы высшего образования Российской Федерации 6

**Носкова Т. Н.** Цифровая образовательная среда: методологический аспект запуска инноваций 6

**Носова Л. С., Белоусова Н. А., Корчемкина Ю. В.** Разработка прикладной интеллектуальной системы на основе нейрофизиологических данных для поддержки принятия решений по организации образовательного процесса 2

**Пак Н. И., Дорошенко Е. Г., Степанова Т. А., Сыромятников А. А.** Критериальная модель оценки качества цифровой образовательной среды с использованием облачных сервисов 3

**Савин М. А.** О способах анализа качества знаний студентов при дистанционном и смешанном форматах обучения 6

**Троицкая О. Н., Вохтомина Е. Д.** Методика применения цифровых инструментов для разработки образовательного контента в соответствии с заданной целью обучения 2

**Шакирова Е. В.** Особенности использования электронных средств обучения в дошкольных образовательных организациях 4

**Шевчук Е. В., Шпак А. В.** Цифровая трансформация процесса управления качеством промежуточной аттестации обучающихся 3

**ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ**

**Nasr L.** Students' resolutions of some paradoxes of infinity in the lens of the grossone methodology 1

## ПОДПИСКА

### Журнал «Информатика и образование»

Индекс подписки  
на 1-е полугодие 2024 года  
(«Урал-Пресс», «АРЗИ» и другие агентства подписки)

**70423**

Периодичность выхода: 3 номера в полугодие (февраль, апрель, июнь)  
Объем — не менее 88 полос

Редакционная стоимость — 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](mailto:readinfo@infojournal.ru)

*Телефон:* +7 (495) 140-19-86



# 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



