

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

# Информатика и образование

Научно-методический журнал

**Informatics  
and Education**

Scholarly Journal

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

**№ 3 / 2023**

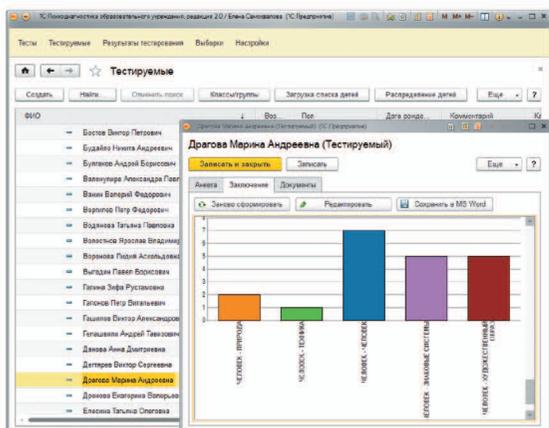
Том (Volume) 38



# 1С:ПСИХОДИАГНОСТИКА

Программно-методические комплексы линейки «1С:Психодиагностика» представляют собой инструментарий для проведения компьютерной психодиагностики детей и подростков, для сбора и консолидации результатов тестирования. Программы разработаны при поддержке группы ведущих психологов МГУ им. М.В. Ломоносова под общим руководством доктора психологических наук, профессора А.Н. Гусева. Программы линейки «1С:Психодиагностика»

- одобрены ФГАУ «Федеральный институт развития образования» в качестве программного обеспечения для использования психологами образовательных учреждений;
- включены в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.



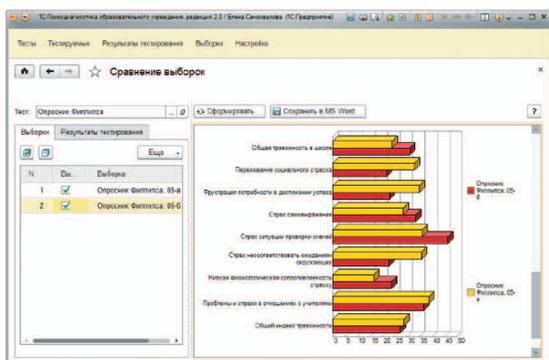
## Функциональные возможности

- Хранение информации о тестируемых, их родителях, учителях в единой базе данных.
- Хранение результатов тестирования.
- Ведение истории работы психолога с тестируемым.
- Удаленное и массовое тестирование при помощи проекторов. Поддерживаются батареи тестов.
- Ввод и обработка данных с бумажных бланков, сформированных в программе.
- Сравнение результатов тестирования отдельных тестируемых.
- Автоматический расчет результатов тестирования.
- Формирование выборок результатов тестирования: по классам (группам), полу, возрасту и т.д.

Наименование	Блок	Возраст от	Возраст до	Время тестирования	Для печати/группы
Справочник рубрика	Адаптация в коллективе	5	14	15	
Справочник Кеттнера, Падис...	Общие	12	15	40	
Справочник креативности Дю...	Креативность	7	10	15	
Справочник Смита-Белла - Га...	Общие	15	99	15	
Справочник творческого Тона...	Общие	3	7	15	✓
Справочник толерантности	Толерантность	15	99	10	
Справочник Тоулеса	Общие	14	99	15	
Справочник Финкелса	Адаптация в коллективе	7	17	10	
Справочник Шварца	Мотивация	11	99	15	
Отношение к сверстникам	Адаптация в коллективе	3	7	5	✓
Отношение к чужому возрас...	Адаптация в коллективе	3	7	5	✓
Оценка карьерности	Аддитивное поведение	13	99	20	
ПРО	Общие	14	18	40	
Попытки	Импативит	4	7	20	
Постовиды	Мотивация	11	99	15	
Проф.направленность	Импативит	6	7	15	
Проявление агрессии	Адаптация в коллективе	3	7	5	✓
Проекто-кадаптивная ка...	Общие	3	10	5	✓
Расширяемость кругов	Общие	5	9	30	
Расширение	Готовность к школе	6	7	15	
СМТ	Общие	7	10	5	

## Блоки методик

- Профориентация.
- Индивидуально-психологические особенности:
  - Оценка уровня тревожности,
  - Оценка уровня агрессии,
  - Исследование самооценки,
  - Исследование темперамента,
  - Исследование креативности,
  - Оценка познавательной сферы
  - Оценка ценностных ориентаций.
- Адаптация в коллективе.
- Детско-родительские отношения.
- Готовность к школе.



## Преимущества использования

- Улучшение качества психологического сопровождения воспитательного процесса.
- Повышение производительности труда психологов.
- Соблюдение конфиденциальности психологической информации.
- Оценивание динамики психического развития детей.
- Формирование отчетов о проделанной работе.
- Снижение вероятности ошибок в результатах расчета психодиагностического исследования.
- Автоматизация процесса написания заключений.



Фирма «1С»  
123056, Москва, а/я 64, ул. Селезневская, 21  
Тел.: (495) 737-92-57  
E-mail: cko@1c.ru  
www.solutions.1c.ru, www.obr.1c.ru



ООО «Информационные системы в образовании»  
(Группа компаний «Персонал Софт»)  
129085, Москва, пр-т Мира, д. 101  
Тел.: (495) 380-24-67, (906) 035-35-48  
E-mail: info@iso-soft.ru; www.iso-soft.ru, www.personal-soft.ru

## Содержание

### ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

- Федоров А. А., Куркин С. А., Храмова М. В., Храмов А. Е.** Нейротехнологии и искусственный интеллект как ключевые факторы кастомизации жизненно-образовательного маршрута ..... 5
- Шамсутдинова Т. М.** Развитие навыков визуализации и визуальной аналитики в курсе информатики ..... 16
- 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 ..... 24

### ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ТЕСТЫ

- Есин Р. В., Кустицкая Т. А., Носков М. В.** Прогнозирование успешности обучения по дисциплине на основе универсальных показателей цифрового следа LMS Moodle ..... 31

### ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

- Гамукин В. В.** Моделирование комплексного сервиса для обеспечения работы образовательной организации: взгляд экспертов ..... 42
- Пак Н. И., Дорошенко Е. Г., Степанова Т. А., Сыромятников А. А.** Критериальная модель оценки качества цифровой образовательной среды с использованием облачных сервисов ..... 54
- Шевчук Е. В., Шпак А. В.** Цифровая трансформация процесса управления качеством промежуточной аттестации обучающихся ..... 64
- Иванилова Т. Н., Кушнеров А. В., Семенов В. А., Ильюшин И. А., Серегин А. В.** Реализация веб-приложений 3D-лабораторных практикумов для технических специальностей ..... 78



# 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, руководитель отдела образовательной информатики (Москва, Россия)

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

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

**БОНК Кёртис Джей**  
Ph.D., Педагогическая школа Индианского университета в Блумингтоне, профессор (Блумингтон, США)

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

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

**ПРАКАША Дж. С.**  
Ph.D., Школа образования Христианского университета, ассистент (Бангалор, Индия)

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

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

**ФОМИН Сергей Анатольевич**  
Ph.D., Университет штата Калифорния в Чико, профессор (Чико, США)

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

## Table of Contents

### PEDAGOGICAL EXPERIENCE

- A. A. Fedorov, S. A. Kurkin, M. V. Khramova, A. E. Hramov.** Neurotechnology and artificial intelligence as key factors in the customization of the lifelong learning route..... 5
- T. M. Shamsutdinova.** Developing visualization and visual analytics skills in informatics course ..... 16
- A. I. Mineev, A. A. Sharonova, A. V. Shchiptsova, M. V. Mandrakova.** Employer-university cooperation: 1C interfaculty laboratory of I. N. Ulyanov Chuvash State University ..... 24

### PEDAGOGICAL MEASUREMENTS AND TESTS

- R. V. Esin, T. A. Kustitskaya, M. V. Noskov.** Predicting academic performance in a course by universal features of LMS Moodle digital footprint..... 31

### INFORMATIZATION OF EDUCATION

- V. V. Gamukin.** Modeling integrated service to support the work of an educational organization: An expert perspective ..... 42
- N. I. Pak, E. G. Doroshenko, T. A. Stepanova, A. A. Syromyatnikov.** A criterial model for assessing the quality of the digital educational environment using cloud services..... 54
- E. V. Shevchuk, A. V. Shpak.** Digital transformation of the quality management process of intermediate certification of students ..... 64
- T. N. Ivanilova, A. V. Kushnerov, V. A. Semenov, I. A. Ilyushin, A. V. Seregin.** Implementation of 3D laboratory workshops web applications for technical specialties ..... 78



# 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", Pedagogical Institute named after V. G. Belinsky, 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, Head of the Educational Informatics Department, Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing of the Federal Research Centre "Computer Science and Control" of RAS (Moscow, Russia)

**Evgeniy K. KHENNER**

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

**Liliana R. SHAKIROVA**

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

**Curtis Jay BONK**

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

**Valentina 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: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-5-15

# НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ КАСТОМИЗАЦИИ ЖИЗНЕННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МАРШРУТА

А. А. Федоров<sup>1</sup>, С. А. Куркин<sup>1</sup> ✉, М. В. Храмова<sup>1</sup>, А. Е. Храмов<sup>1</sup><sup>1</sup> Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия

✉ kurkinsa@gmail.com

## Аннотация

В настоящее время наблюдается активное развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) и быстрый рост числа сфер его применения. Не является исключением и сектор образования, который в перспективе может быть существенно трансформирован за счет применения ИИ, например, в части развития подходов к кастомизации образовательного маршрута. Одновременно активное развитие технологий нейровизуализации, а также прогресс в нейронауке и нейротехнологиях позволяют обеспечить алгоритмы ИИ важными данными о работе головного мозга обучающегося.

В статье рассматриваются вопросы кастомизации жизненно-образовательного маршрута (КЖОМ) с использованием указанных ассистирующих технологий: нейротехнологий и искусственного интеллекта. Сформулирован основной принцип функционирования предлагаемой системы КЖОМ: на основании анализа регистрируемых мультимодальных данных об обучающемся алгоритмы на базе ИИ предлагают действия для реализации обратной связи, которая обеспечит повышение эффективности и кастомизацию образовательного процесса.

Авторы предлагают модульный принцип построения системы КЖОМ и, кроме того, описывают те методы ИИ, которые могут найти применение в качестве ядра интеллектуальной подсистемы КЖОМ. В заключение представлены различные стратегии применения предложенной системы КЖОМ, которые позволят реализовать на ее базе универсальную систему поддержки принятия образовательных решений.

**Ключевые слова:** кастомизация жизненно-образовательного маршрута, нейротехнологии, система искусственного интеллекта, большие данные, нейронаука в образовании.

## Для цитирования:

Федоров А. А., Куркин С. А., Храмова М. В., Храмов А. Е. Нейротехнологии и искусственный интеллект как ключевые факторы кастомизации жизненно-образовательного маршрута. *Информатика и образование*. 2023;38(3):5–15. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-5-15

---

# NEUROTECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS KEY FACTORS IN THE CUSTOMIZATION OF THE LIFELONG LEARNING ROUTE

А. А. Fedorov<sup>1</sup>, S. A. Kurkin<sup>1</sup> ✉, M. V. Khramova<sup>1</sup>, A. E. Hramov<sup>1</sup><sup>1</sup> Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

✉ kurkinsa@gmail.com

## Abstract

Artificial Intelligence (AI) technologies are being actively developed and the number of applications is growing rapidly. The education sector is no exception, which in the future can be significantly transformed using AI, for example, in terms of the development of approaches to the customization of the educational route. At the same time, the active development of neuroimaging technologies, as well as progress in neuroscience and neurotechnology, allows providing AI algorithms with important data about the functioning of the learner's brain.

The article considers the issues of customization of the lifelong learning route (CLLR) using the mentioned assistive technologies: neurotechnologies and artificial intelligence. The basic principle of functioning of the proposed CLLR is formulated: based on the analysis of recorded multimodal data about the learner algorithms based on AI propose actions to implement feedback, which will increase the efficiency and customization of the educational process.

The modular principle of constructing the CLLR system is proposed, and the methods of AI that can find application as the core of an intelligent subsystem of CLLR are discussed. In conclusion, various strategies of application of the proposed CLLR system, which will allow to implement a universal system of educational decision-making support on its basis, are presented.

**Keywords:** customization of the lifelong learning route, neurotechnology, artificial intelligence system, big data, neuroscience in education.

**For citation:**

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

## 1. Введение: от индивидуализации к кастомизации

Концепция обучения, выраженная лозунгом «учить всех и всему», ушла в прошлое. Главный тренд последних десятилетий — обучение отдельного индивида. Этот тренд сопровождается терминологическими баталиями и обширными дискуссиями (как в отечественном, так и зарубежном научном сообществе) по вопросам индивидуализации, персонализации, персонификации, кастомизации обучения и построения индивидуальных образовательных траекторий. Для людей, далеких от педагогики, подобные дефиниции часто означают одно и то же.

Выделим ключевые термины этих дискуссий.

**Индивидуализация (1).** В отечественной науке индивидуализация обучения рассматривалась в тесной связи с дифференциацией. Как в теории, так и на практике четко разграничить эти педагогические явления затруднительно. Ключевая работа на эту тему — книга Инге Унт [1].

Индивидуализация — это учет индивидуальных особенностей учащихся во всех формах и методах обучения. Индивидуализация проявляется в разных аспектах:

- как *организация учебного процесса*, при которой выбор способов, приемов, темпа обучения учитывает индивидуальные различия учащихся, позволяет создать оптимальные условия для реализации потенциальных возможностей каждого ученика;
- как один из *дидактических принципов*, предусматривающий такой подход к организации учебного процесса, при котором учитываются личностные особенности обучаемых, их социальный и академический опыт, а также уровень интеллектуального развития, познавательные интересы, социальный статус, режим жизнедеятельности и другие факторы, оказывающие влияние на успешность обучения;
- как *направления дифференциации обучаемых*: работа с одаренными, неуспевающими и выбор соответствующих педагогических технологий [2].

Индивидуализация обучения предполагает дифференциацию учебного материала, разработку систем заданий различного уровня трудности и объема, разработку системы мероприятий по организации процесса обучения в конкретных учебных группах, учитывающей индивидуальные особенности каждого учащегося.

Таким образом, в условиях традиционной системы образования индивидуализация обучения

выступает либо как средство достижения нормы (приведения участников образовательного процесса к стандарту качества), либо как механизм, позволяющий, наоборот, уходить за нормы и стандарты.

Следует отметить, что решение проблемы индивидуализации обучения невозможно с опорой исключительно на знания, уникальный опыт учителя и его интуицию. Помимо опыта и проницательности, знания теории и методики обучения, необходимо понимание природы индивидуальных различий между людьми, предпосылок и условий развития личности, что составляет основу педагогической культуры.

Со второго десятилетия двадцать первого века в образовании стал гораздо чаще встречаться термин *персонализация (2)*. Это было связано с активным внедрением цифровых инструментов и систем дистанционного обучения. Участники дискуссий (главным образом представители сферы ИТ, пришедшие на поле образования) трактовали персонализацию как поиск вариативности в обучении, *базирующейся на больших данных* [3], возможность сбора которых стала главным трендом эволюционирующих систем дистанционного обучения. Мы полагаем, что главным достижением этого этапа стало не столько обращение к феномену персонализации, сколько выделение соответствующего атрибута персонализации — цифровых инструментов. Само рассмотрение данного феномена невозможно без учета цифровой трансформации образования на всех уровнях.

Включение педагогов в эту дискуссию нашло отражение в обширной полемике в 2020–2021 годах сначала в социальных сетях, затем в рамках заседания экспертного клуба «Норма и деятельность»\* по теме «Персонализация vs Индивидуализация», а также публикациях участников дискуссий [4, 5].

Несмотря на порой противоположные взгляды (единая точка зрения так и не была сформирована), данная дискуссия снова выделила ряд ключевых аспектов персонализации:

- создание индивидуального образовательного маршрута;
- тьютор как педагог, помогающий выстроить соответствующий маршрут;
- субъект-объектность роли учителя в процессе личностного роста учащегося.

Дополнительные дискуссии о роли взрослого, сопровождающего процесс становления лично-

\* Заседание клуба «Норма и деятельность» 20 мая 2020 года. [https://eurekanet.ru/club\\_nd\\_20may2020](https://eurekanet.ru/club_nd_20may2020); Дашковская О. «Персонализация vs Индивидуализация»: найти 10 отличий. *Вести образования*. 30.05.2020. [https://vogazeta.ru/articles/2020/5/21/edpolitics/13113-personalizatsiya\\_vs\\_individualizatsiya\\_nayti\\_10\\_otlichiy](https://vogazeta.ru/articles/2020/5/21/edpolitics/13113-personalizatsiya_vs_individualizatsiya_nayti_10_otlichiy)

сти, и его значимости, о делегировании этой роли учителю или тьютору как ассистенту/помощнику педагога обозначили одно из новых направлений дальнейших исследований в области персонализации образования.

В методологической работе [6] направления персонализации образования классифицированы не просто с позиций мирового и российского опыта, но и в контексте персонализации внутри цифрового образовательного пространства. Авторы справедливо полагают, что в настоящее время персонализация обуславливается интенсивным развитием цифрового образовательного пространства, дающего обучаемому альтернативные маршруты за счет выбора уровня сложности, быстрой обратной связи в процессе обучения, корректировки индивидуального режима обучения и др., а также обогащением за счет неформальной и информальной образовательной среды.

Таким образом, одни авторы рассматривают персонализацию как создание индивидуального образовательного маршрута (в школе или вузе), другие — как развитие индивидуальных способностей обучающегося (иногда за рамками учебного заведения и на протяжении всей жизни), третьи делают акцент на наличии ресурсов и настраиваемого, адаптирующегося с помощью цифровых технологий контента (интеллектуальный анализ образовательных данных, аналитика обучения, системы управления обучением), а четвертые обращают внимание на качество образования и возможности учета различных способов достижения учащимися своих лучших результатов.

Обратим внимание, что в данной работе не рассматривается персонализация школьного обучения, а строится модель персонализации процесса подготовки специалиста. Определяющим параметром для персонализации образования становится уровень субъекта, что предполагает создание социально-профессионального профиля личности, который отражает личностные характеристики субъекта и уровень сформированности компетенций.

Это подводит нас к третьему термину дискуссии, а именно к *кастомизированному образовательному маршруту* (3). Сам термин является новым, философско-педагогическое обоснование сущности кастомизации жизненно-образовательного маршрута только начинает обсуждаться [7]. Процессы индивидуализации и персонализации обучения постепенно охватывают все более широкие временные рамки. Решение задач индивидуализации и персонализации в пространстве профессиональной подготовки специалиста позволяет рассмотреть данные понятия в контексте Lifelong Learning — непрерывного образования в течение всей жизни [8]. Выбор альтернативных маршрутов становится важным не только при обучении в школе, вузе, на этапе переподготовки, но и в различных жизненных ситуациях, т. е. при построении так называемых жизненных маршрутов. Кастомизация жизненно-образовательного маршрута — это процесс создания уникального образователь-

ного плана, который соответствует индивидуальным потребностям и интересам человека. Этот план может охватывать формальное, неформальное и информальное обучение.

В современных условиях в контексте Lifelong Learning обучение человека не ограничивается формальными структурами, такими как школа, вуз, система повышения квалификации, где по итогам официально утвержденных программ и курсов выдаются дипломы и сертификаты. Актуальность приобретают именно неформальное и информальное обучение.

Неформальное обучение происходит вне учебных заведений, например, в рабочих группах, клубах и других сообществах. Такое обучение не имеет установленных программ и курсов, а его участники могут выбирать темы и форматы обучения по своему усмотрению. Информальное обучение происходит естественным путем в повседневной жизни, например, через опыт работы, чтение книг, просмотр видео и т. д. Оно не имеет организованной структуры и не подразумевает формальной оценки знаний. Важно отметить, что все три типа обучения взаимосвязаны и дополняют друг друга, что помогает человеку получать более глубокое и разнообразное образование. Таким образом, кастомизация жизненно-образовательного маршрута не только расширяет цели персонализации (в частности, повышает эффективность образования), но и отличается подходами и методами достижения этой цели.

Выделим теперь то общее, что формулируется в рамках любой дискуссии об индивидуализации, персонализации и кастомизации образовательного маршрута: это выбор из альтернатив, вложенных в некую образовательную траекторию. Этот выбор определяется как личными характеристиками, так и рекомендациями «системы» (учителя, тьютора и т. п.). А цифровые инструменты делают выбранный путь более комфортным, успешным или желаемым.

## 2. Нейротехнологии и искусственный интеллект в настройке кастомизации жизненно-образовательного маршрута

Итак, на современном этапе развития образовательных технологий мы приходим к пониманию необходимости кастомизации жизненно-образовательного маршрута (КЖОМ). Однако это невозможно сделать в ручном режиме: наставник не в состоянии управлять теми или иными образовательными траекториями своего ученика. Во-первых, это невозможно чисто физически. Во-вторых, даже если бы это было возможным, нельзя быть уверенным, что данные и квалификация наставника позволят выйти на такой уровень взаимодействия с учеником.

Какие же современные технологии могут помочь нам в решении этой амбициозной задачи — кастомизации жизненно-образовательного маршрута? На наш взгляд, нейротехнологии и методы искус-

ственного интеллекта (ИИ) — это те ассистирующие технологии, которые могут поддержать создание систем КЖОМ в плане информационного сопровождения, сбора необходимой информации о развитии ученика, а также создать виртуального помощника, который мог бы исполнять рекомендательные функции как по отношению к ученику, так и к его наставнику в сфере совместной образовательной деятельности [9, 10]. Цифровые инструменты современного образования уже сейчас радикально совершенствуют подходы к образованию, позволяя гарантировать персонализацию образовательной программы для каждого ученика [3]. Возможности современной индустрии программного обеспечения и игр позволяют легко создавать адаптивные приложения для обучения, игры и программы для школьного, студенческого и дополнительного образования. Таким образом, открываются огромные перспективы использования ИИ, который, вероятно, является одним из самых востребованных инструментов в образовании, поскольку обучение с интеллектуальными ассистентами позволяет комфортно формировать разносторонние индивидуальные знания и навыки, а также компетенции.

Мы рассматриваем ИИ как часть информационных технологий, способную решать сложные задачи в областях, где накапливаются большие наборы размеченных данных, но без хорошо развитой теории [11]. Вследствие этого ИИ и концепция КЖОМ эффективно объединяются, чтобы помочь в решении самых сложных проблем современного персонализированного образования.

Действительно, как и любые современные прикладные области, образование тоже становится цифровой отраслью, где принимаются решения, основанные на данных. Всеобщая цифровизация и, как следствие, накопление больших данных делают возможным использование методов анализа таких данных на основе технологий ИИ в образовании и педагогике, когда цифровой след обучающегося начинает играть важную роль в принятии решения о дальнейшей траектории его развития и обучения.

Необходимо иметь в виду, что, говоря об исключительных прогностических вычислительных возможностях ИИ, мы ни в коем случае не подразумеваем, что технологии ИИ в конечном итоге заменят наставников. ИИ в нашей трактовке должен дополнять учителя. Термин «*дополненный интеллект*», предложенный У. Р. Эшби еще в 1950-х годах [12], может быть более точным описанием будущего взаимодействия между данными, вычислениями и учителями/преподавателями/тьюторами и, возможно, лучшим определением для понятия «ИИ в образовании». Мы можем ожидать, что в рамках концепции дополненного интеллекта в образовании произойдет следующая трансформация: *педагоги, использующие ИИ, заменят педагогов, которые его не используют*. На рисунке 1 показана ассистирующая роль информационных технологий в персонализации образования: система

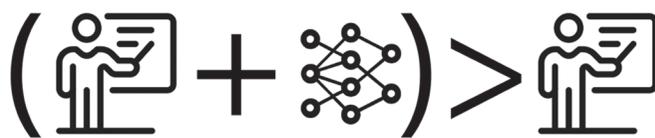


Рис. 1. Роль дополненного интеллекта в персонализации образования

Fig. 1. The role of augmented intelligence in the personalization of education

образования с ИИ лучше и эффективнее, чем система образования без него.

Мы еще раз специально обращаем внимание читателя, что не постулируем необходимость замены педагогов искусственным интеллектом, а подчеркиваем ассистирующую и дополняющую роль ИИ. Действительно, даже в самом простом варианте использования ИИ может дополнить работу учителя в классе, чтобы выявить некоторые слабые места ученика. Например, ИИ сможет определить, когда студенты пропускают конкретные вопросы или не усвоили определенный материал. Простейшая обратная связь может быть реализована через оповещения преподавателю о том, что он должен вернуться к теме снова, потому что многие студенты ее еще не понимают. Однако система может быть и более сложной: ИИ может сам вмешиваться в процесс обучения и взаимодействовать непосредственно с учеником, подсказывая и направляя его, а к преподавателю обращаться только в случае серьезных затруднений.

Однако встает вопрос о достаточности для персонализации образования накопленных данных: педагогических (успеваемость, успешность решения тех или иных учебных задач, портфолио и т. д.) и психологических (психологический профиль, результаты когнитивных тестов, активность в социальных сетях и т. д.). Уместно выстроить аналогию с медициной: анамнез болезни дает очень много сведений о пациенте, однако их недостаточно — врачу необходима также информация о текущем состоянии пациента в виде данных анализов, тестов, функциональных проб, различных визуализаций (КТ, рентгеновских снимков) и т. д. Ситуация в образовании аналогична: образовательный процесс тесно связан с возможностями обучения мозга [13]. В настоящее время данным вопросом активно занимается когнитивная нейронаука, выявляя нейрофизиологические механизмы обучения. Успехи нейронауки и нейротехнологий открывают новые горизонты для расширения образовательных подходов на основании знаний, полученных в ходе непосредственного исследования механизмов работы мозга [14, 15]. Это, в свою очередь, означает, что и в образовательном процессе возможна настройка системы обратных связей путем выявления различных биомаркеров состояния обучающегося (как психологических, так и нейрофизиологических) для повышения эффективности и индивидуализации образовательного процесса в рамках КЖОМ [16]. Выявление и интерпретация подобных маркеров невозможны без технологий ИИ.

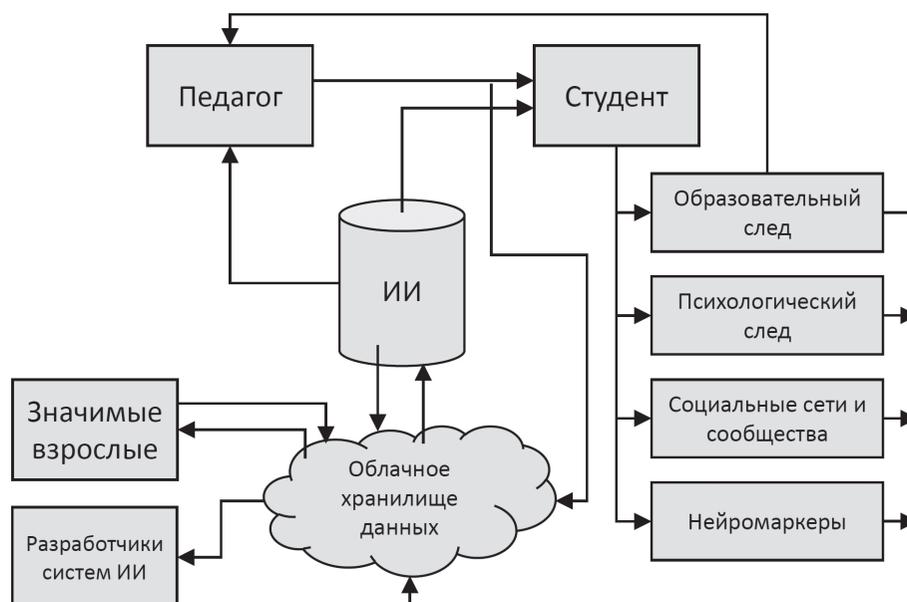


Рис. 2. Схема КЖОМ с ядром в виде системы ИИ

Fig. 2. Scheme of CLLR with a core in the form of an AI system

Такая синергия цифровых инструментов искусственного интеллекта и современных нейротехнологий позволит совершить прорыв в самом подходе к кастомизации жизненно-образовательного маршрута студента/школьника. Однако это будет требовать последовательного решения следующих задач:

- сбор данных об обучающемся от цифровых нейротехнологических устройств (ЭЭГ-системы, нейроинтерфейсы и т. д.), итогов тестирования, результатов образовательного процесса, а также образцов его активности в социальных сетях;
- хранение всех данных по единым стандартам, обеспечение безопасности такого хранения в строгом соответствии с законом о персональных данных, возможность обезличенного доступа к этим данным для развития новых методов и технологий персонализации образовательного процесса;
- создание методов автоматической обработки цифровых мультимодальных данных обучающегося в реальном времени для выявления маркеров изменения его состояния (эмоционального, психологического, когнитивного и т. д.) и последующей корректировки образовательного процесса. В современных реалиях эти методы будут обладать элементами ИИ, что автоматически ставит задачу прозрачности и объяснимости алгоритмов ИИ, используемых в образовательном процессе.

Таким образом, мы можем предложить следующую схему взаимодействия педагога, ученика/студента, ИИ и нейротехнологий в рамках системы КЖОМ (рис. 2).

Ядром данной схемы являются алгоритмы ИИ, которые на основании мультимодальных данных об

обучающемся (успешность обучения, поведенческие, психологические, нейрофизиологические характеристики и др.) формируют обратную связь для корректировки образовательного маршрута в соответствии с поставленной целью. В свою очередь, алгоритмы ИИ дообучаются при поступлении новых данных, которые накапливаются в облачном хранилище в анонимизированном виде. «Облако» пополняется в реальном времени с учетом как образовательной активности обучающегося, его активности в социальных сетях и различных образовательных сообществах, так и нейромаркеров, которые собираются в процессе анализа его поведенческой и нейрофизиологической активности. Основными участниками данной схемы являются обучающийся (например, ученик или студент) и наставник (например, педагог или тьютор). Они взаимодействуют как между собой, так и с системой ИИ, в том числе в рамках индивидуализации образовательного маршрута. Кроме того, к собираемым данным имеют доступ значимые для обучающегося взрослые (например, родители, тьюторы, психологи и др.) и разработчики систем искусственного интеллекта. Таким образом, например, родители могут следить за успехами и показателями своего ребенка.

### 3. Концепция работы системы КЖОМ

Основной принцип функционирования предлагаемой системы КЖОМ можно сформулировать следующим образом: на основании анализа регистрируемых мультимодальных данных об обучающемся алгоритмы на базе ИИ предлагают действия для обратной связи, которая обеспечит повышение эффективности и индивидуализацию образовательного процесса.

### 3.1. Модульный принцип организации системы КЖОМ

Особенностью предлагаемой гибридной информационной и программно-аппаратной системы является модульный принцип ее организации, описываемый моделью типа «матрешка» (рис. 3). Разные слои в этой модели соответствуют различным типам/модальностям регистрируемых данных о состоянии обучающегося, а в центре (ядре) находится базовая подсистема сбора и анализа данных и управления («ИИ + большие данные»), без которой невозможно функционирование системы КЖОМ (см. также рис. 2). Двухнаправленными стрелками в нижней части рисунка 3 обозначены возможные контуры обратных связей.

Оптимально осуществлять сбор данных с использованием облачных хранилищ, которые позволяют эффективно обмениваться информацией с компьютерами, смартфонами, устройствами регистрации физиологических данных и т. д. Модульный принцип организации системы заключается в том, что она может работать с различными комбинациями регистрируемых данных о состоянии обучающегося: например, могут использоваться как данные одной модальности (один слой из модели на рисунке 3), так

и мультимодальные, формирующиеся при сочетании нескольких слоев модели.

Для построения системы КЖОМ в настоящее время можно выделить следующие наиболее важные измеряемые характеристики обучающегося, соответствующие разным модальностям его состояния.

**1. Психологические и психофизиологические характеристики обучающегося.** К ним можно отнести психологический портрет человека, тип темперамента, тип нервной системы и высшей нервной деятельности, уровень интеллекта и др. (первый слой на рисунке 3) [17–19]. Данные характеристики оцениваются с использованием батарей специализированных тестов педагогом или психологом, при этом их оценку нужно проводить не чаще одного раза в год, поскольку большинство из них либо не изменяются в течение жизни, либо меняются медленно. Для составления психологического портрета можно, например, использовать тест Кеттелла, а для оценки уровня (коэффициента) интеллекта — тесты Равена или Айзенка. Предпочтительными будут тесты, которые дают результаты в численных шкалах, поскольку полученные результаты могут учитываться при проведении корреляционного анализа (поиска взаимосвязей между успеваемостью обучающегося и результатами тестов и т. п.), в том числе с примене-

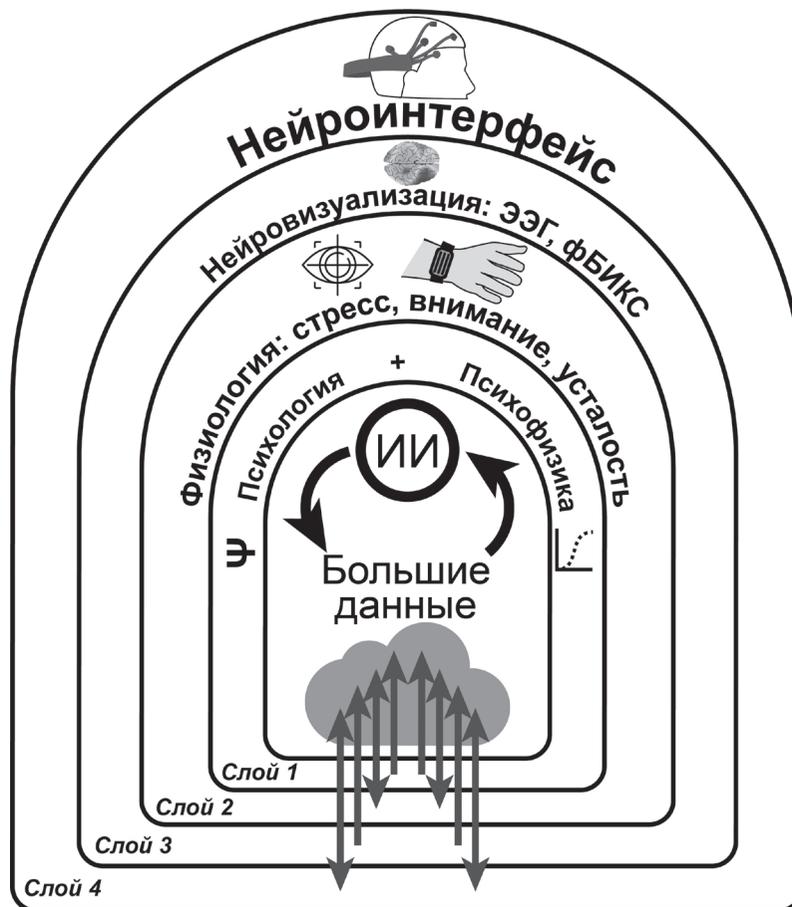


Рис. 3. Иллюстрация модульного принципа организации системы КЖОМ, описываемого моделью типа «матрешка»

Fig. 3. An illustration of the modular principle of organization of the CLLR system, described by the “matryoshka” type model

нием методов ИИ. Кроме того, удобно использовать те тесты, которые позволяют автоматизировать их прохождение и расшифровку с применением, например, планшетов или смартфонов.

Отдельно следует отметить оценку элементарных когнитивных функций (ЭКФ) обучающегося [20]. ЭКФ — это простейшие высшие когнитивные функции головного мозга человека, с помощью которых он познает мир и взаимодействует с ним. К ЭКФ, например, относятся рабочая память, фокусирование внимания и концентрация, визуальный поиск и др. Оценка степени их развитости можно также проводить с помощью специальных тестов (например, таблиц Шульте, корректурных проб, теста на рабочую память в парадигме Стернберга). ЭКФ могут развиваться в процессе обучения. Практически любая сложная когнитивная задача может быть разложена на набор используемых ЭКФ, поэтому их оценка дает представление о потенциале обучающегося при решении широкого спектра задач. Однако принципиально важным является умение эффективно комбинировать (совместно использовать) несколько ЭКФ для решения поставленной сложной задачи. Оценивать способность комбинирования нескольких ЭКФ можно с помощью специальных тестов (например, модифицированных таблиц Шульте [21]).

**2. Физиологические характеристики обучающегося.** К ним относятся показатели жизненно важных функций человека (пульс, особенности электрокардиограммы, частота дыхания, оксигенация крови, температура тела, артериальное давление, проводимость кожи, мышечная активность, параметры движения глаз, время реакции и др.), по которым можно судить о состоянии систем и функций организма (второй слой на рисунке 3). Вышеперечисленные характеристики могут измеряться в большинстве случаев непрерывно, с помощью специальных датчиков и приборов, например, с использованием «умных» браслетов, систем айтрекинга (для оценки траекторий движения зрачков, саккад и т. д.), электромиографии и т. п. Анализируя физиологические характеристики обучающегося, можно многое сказать о его состоянии, например, определить уровень стресса, усталости, внимания и т. п.

**3. Данные нейровизуализации** (третий слой на рисунке 3). Это информация об активности головного мозга человека, измеряемая с помощью электроэнцефалографии (ЭЭГ) или функциональной ближней инфракрасной спектроскопии (фБИКС) [22–24]. Другие технологии нейровизуализации малоприменимы для системы КЖОМ в силу сложности их использования (крупные габариты, высокая стоимость, сложная организация процесса измерений и др.). Данные нейровизуализации можно анализировать для выявления биомаркеров когнитивной усталости, уровня сосредоточенности на решении когнитивной задачи, когнитивного ресурса, эффективности усвоения информации, работы памяти, потенциалов ошибок и ряда других. Получаемая информация о динамике биомаркеров позволяет

дополнить картину состояния обучающегося информацией о работе его головного мозга и понять, насколько эффективно протекает процесс обучения. Ограничением применения указанных технологий нейровизуализации является невозможность или крайне высокая сложность организации непрерывного мониторинга активности головного мозга в процессе обучения (по крайней мере, сразу на уровне группы обучающихся). В связи с этим наиболее эффективным сценарием использования технологий нейровизуализации в системе КЖОМ является проведение одиночных расширенных диагностик, в которых будут даваться специальные нагрузочные батареи тестов (в частности, можно использовать уже упоминавшиеся тесты Кеттелла, Равена, Айзенка и др.) с параллельной регистрацией мозговой активности. Можно ограничиться невысокой частотой проведения подобных диагностик (устраивать их только в начале нового учебного модуля — четверти, семестра и т. п.). Их целью является оценка реакций мозга на высокую когнитивную нагрузку и выявление проблемных моментов. Например, такая диагностика может выявить, что у обучающегося возникают сложности с концентрацией внимания или быстро развивается когнитивная усталость, что при невысоких результатах тестирования может объяснить их причины.

**4. Характеристики обучающегося, оцениваемые с помощью нейроинтерфейса** (четвертый слой на рисунке 3). Эти данные могут быть получены за счет добавления биологической обратной связи (БОС) в описанную выше технологию диагностики с применением методов нейровизуализации [25]. БОС в данном случае заключается в непрерывном мониторинге показателей обучающегося, оцениваемых по уже описанным биомаркерам (когнитивной усталости, уровня внимания и др.), и предъявлении ему информации об уровне данных показателей и их изменениях. Задача обучающегося при проведении диагностики с использованием нейроинтерфейса — пройти нагрузочные тесты и сознательно управлять контролируруемыми отслеживаемыми показателями с помощью мультимедийных, игровых и других приемов в заданной области значений, соответствующих норме. Такой подход позволяет обучающемуся развить навыки саморегуляции важных для обучения когнитивных процессов и научиться более эффективно использовать свой когнитивный ресурс, а обучающему — более корректно оценить когнитивные возможности обучающегося, когда он эффективно выполняет тестовые задания за счет оптимального распределения своего когнитивного ресурса. Таким образом, нейроинтерфейс реализует не просто диагностику, а диагностику-тренировку. По частоте применения нейроинтерфейс аналогичен диагностике с нейровизуализацией, однако в случае необходимости для отдельных обучающихся может быть организован курс тренировок с использованием нейроинтерфейса для улучшения навыков саморегуляции.

Отдельным важным блоком данных, который используется при реализации системы КЖОМ, является информация об успеваемости обучающегося, которая может быть выражена в оценках, результатах тестирований, экзаменов и т. п.

### 3.2. Реализация обратной связи в системе КЖОМ

Обратная связь (ОС) в системе КЖОМ организуется с применением методов ИИ на всех слоях модели (при использовании данных разных модальностей о состоянии обучающегося) и в зависимости от этого осуществляется различными способами, с разными временными задержками. При реализации ОС на первом слое модели она будет направлена на учет психологических, психофизиологических характеристик обучающегося и степени развитости его ЭКФ при построении персонализированного образовательного маршрута. ОС в данном случае реализуется не мгновенно, а на протяжении длительного времени в процессе обучения на основании рекомендаций, которые ИИ дает учителю/наставнику и обучающемуся, анализируя индивидуальные характеристики. Например, если тесты выявляют у обучающегося недостаточное развитие ЭКФ «визуальный поиск», то система предложит включить в его образовательную программу дисциплины, которые будут способствовать развитию данной ЭКФ. Возможен сценарий, когда система дополнительно предложит обучающемуся периодически выполнять упражнения, направленные на развитие отстающей ЭКФ, при этом в случае работы с детьми такие упражнения могут быть организованы в игровой форме с применением мобильного телефона. Смартфон в данном случае выступает эффективным инструментом коммуникации с обучающимся и реализации ОС.

На уровне второго слоя модели ОС должна быть направлена на нормализацию физиологических характеристик обучающегося для достижения им состояния, наилучшего с точки зрения обучения. В частности, необходимо контролировать уровни стресса, усталости, внимания и др. В данном случае ОС реализуется с минимальной временной задержкой путем подачи учителю/наставнику и обучающемуся рекомендаций, направленных на нормализацию выходящих за пороги характеристик. Например, если система выявляет высокий уровень стресса у обучающегося, то она предложит учителю обратить на это внимание и снизить нагрузку и/или дать отдых.

«Быстрая» ОС на уровне третьего слоя может быть реализована с помощью нейроинтерфейса из четвертого слоя, как это было описано выше. С другой стороны, получаемая с использованием нейровизуализации информация позволяет реализовать и «медленную» ОС по аналогии с первым слоем. В данном случае ОС будет направлена на нормализацию и тренировку отстающих функций головного мозга. Например, если система выявляет проблемы с концентрацией внимания у обучающегося, то она предлагает варианты решения, основанные на специальных упражнениях и/или персонализации об-

разовательного маршрута (аналогично ОС на уровне первого слоя).

Четвертый слой естественным образом включает в себя «быструю» ОС.

Заметим, что реализация ОС на всех уровнях модели обеспечивается с помощью ИИ, который выполняет анализ измеренных индивидуальных характеристик обучающегося и определяет наиболее эффективный для него способ реализации ОС.

### 3.3. Технологии ИИ для системы КЖОМ

Очевидно, что эффективность работы системы КЖОМ будет определяться не только качеством и количеством регистрируемых данных о состоянии обучающегося, но и работой алгоритмов ИИ, заложенных в ее основу. Обсудим, какие методы ИИ наиболее востребованы для системы КЖОМ.

Как уже отмечалось выше, технология ИИ эффективна там, где нельзя задать четкие правила, формулы и алгоритмы для решения задачи. Технологии ИИ или, даже точнее, машинного обучения (*англ.* machine learning, ML) предполагают, что вместо реализации некоторой заранее сформулированной логической формулы на базе четких инструкций алгоритм обучают с помощью большого количества заранее подготовленных данных и различных методов, которые дают компьютерной программе возможность выявить эту формулу на основе эмпирических данных и тем самым научиться выполнять задачу в будущем, даже в несколько иных условиях. Работа с такими размеченными данными для поиска закономерностей традиционно называется «добыча данных» (*англ.* data mining) [26]. Базовые стратегии применения ML можно разделить на следующие широкие категории в зависимости от характера входных данных и подходов к обучению:

1. Обучение с учителем (или контролируемое машинное обучение) представляет собой стратегию, при которой алгоритм ML изначально получает обучающие данные (примеры входов и их желаемых выходов в виде обучающих наборов данных). Таким образом, ML обучается общему правилу, которое ассоциирует данные входа и выхода.
2. Обучение без учителя (или неконтролируемое машинное обучение) предполагает, что алгоритму обучения не задаются ассоциации между входом и выходом, т. е. он самостоятельно ищет структуру во входных данных.
3. Обучение с подкреплением подразумевает, что машинное обучение взаимодействует с внешней динамической средой, в которой алгоритм должен выполнить определенную цель (например, прогнозировать состояние пациента или предлагать варианты ОС в системе КЖОМ). При трансформации задач алгоритм ML получает обратную связь, аналогичную вознаграждению, которое он пытается максимизировать.
4. Глубокое обучение. Это тип обучения представлениям данных, включающий в себя вычис-

лительные модели, состоящие из нескольких слоев обработки, с несколькими уровнями абстракции [27]. Начиная с исходных входных данных, каждый слой преобразует свое представление входных данных для слоя более высокого уровня. В результате более высокие уровни репрезентации, число которых может достигать нескольких тысяч, усиливают свойства (аспекты) входных данных, важные для дискриминации, и подавляют нерелевантные вариации данных.

Все задачи, возложенные на ИИ при реализации системы КЖОМ, сводятся к вышеперечисленным категориям. Поскольку при работе на разных слоях модели ИИ предстоит анализировать разнородные данные различных модальностей, то и методы ИИ варьируются в зависимости от задачи и типа данных. В частности, можно выделить следующие наиболее важные функции ИИ в системе КЖОМ:

1) Выявление биомаркеров, соответствующих определенным состояниям человека (например, усталости, стресса и т. п.), по данным физиологических показателей человека и нейровизуализации. Чаще всего речь идет об анализе временных реализаций измеряемой характеристики (сигналов), и фактически задача для ИИ сводится к поиску скрытых закономерностей в данных и классификации.

2) Отнесение обучающегося к той или иной группе на основании анализа заданного признака (например, на основании результатов оценки ЭКФ нужно отнести человека к группе «норма» или «пониженный показатель» и т. п.). Задача сводится к кластеризации или классификации данных.

3) Принятие решения о выборе варианта ОС из имеющихся. Это задача по прогнозированию и принятию решений. Технологии ИИ, которые окажутся эффективными в данном случае, — это экспертные системы, основанные на нечеткой логике, использовании глубокого обучения и построении регрессионных моделей. Важным элементом реализации данной подсистемы является поиск корреляций между выявленными биомаркерами/характеристиками и успеваемостью обучающегося (например, между уровнем развития ЭКФ и оценками ученика).

Отметим, что методы машинного обучения, такие как различные типы искусственных нейронных сетей, классификаторов, деревьев принятия решений и т. д. [28], предпочтительнее для всестороннего нелинейного анализа данных по сравнению с традиционными, например, статистическими, методами. Во-первых, особенности рассматриваемого явления анализируются всесторонним образом: существует возможность выявления как линейных, так и нелинейных закономерностей. Во-вторых, анализ больших данных позволяет не только отвечать на ранее поставленные вопросы (т. е. подтверждать уже высказанные гипотезы), но и формулировать новые гипотезы и/или устанавливать новые закономерности [29]. Все эти преимущества ML важны для развития системы КЖОМ.

Одна из основных проблем при использовании ML — это нехватка данных, которые являются краеугольным камнем любой системы искусственного интеллекта, потому что без данных система на основе ИИ остается только набором алгоритмов, не позволяющим построить модель на этапе машинного обучения по большим данным.

### 3.4. Возможные стратегии применения системы КЖОМ

Модульный принцип организации системы КЖОМ позволяет реализовать разнообразные сценарии ее использования, гибко подстраиваться под имеющиеся в распоряжении технологии и поставленные задачи. Можно выделить две качественно различающиеся стратегии применения системы:

1) Непрерывный мониторинг состояния обучающегося (чаще всего речь идет о физиологических показателях, например, биомаркерах усталости) в процессе обучения и реализация «быстрой» ОС, которая направлена на нормализацию физиологических характеристик обучающегося для достижения им состояния, наилучшего с точки зрения обучения. Как правило, такой сценарий реализуется на уровне второго слоя модели.

2) Тестирование/диагностика обучающегося в заданных реперных точках по времени и реализация «медленной» ОС. В данном случае ОС будет направлена на нормализацию и тренировку отстающих ЭКФ, функций головного мозга и т. п. и сможет учитывать психологический портрет обучающегося. Такой сценарий может быть реализован на всех уровнях модели.

Описанные стратегии не являются взаимоисключающими, а могут комбинироваться и эффективно дополнять друг друга. Максимальная функциональность и эффективность системы достигаются при использовании всех слоев модели, поскольку это дает более глубокое понимание о протекании процесса обучения и возникающих проблемах и барьерах.

Таким образом, модульный принцип организации, возможность сочетания различных слоев модели и реализации разных стратегий применения делают предложенную систему КЖОМ универсальной системой поддержки принятия образовательных решений.

## 4. Заключение

В настоящее время мы наблюдаем взрывное развитие технологий искусственного интеллекта и быстрый рост числа сфер его применения. Очевидно, что данные процессы затронут и сектор образования: в ближайшем будущем ИИ может существенно трансформировать его, например, в части развития подходов к кастомизации образовательного маршрута. Однако ИИ не сможет эффективно решать такие задачи без сбора больших данных о состоянии и успеваемости обучающихся, которые необходимы ему для обучения и принятия решений. Среди этих

данных наибольшую ценность имеют объективные характеристики состояния обучающегося, которые отражают механизмы усвоения информации и когнитивные процессы в головном мозге. Частично потребности ИИ в больших данных при обучении удовлетворяет психология с батареями тестов для создания психологического портрета человека, оценки развитости его элементарных когнитивных функций, а также физиология, которая позволяет оценить показатели жизненно важных функций человека. Однако без детального мониторинга когнитивных процессов картина состояния обучающегося остается неполной: в ней не хватает важного блока информации о главной с точки зрения образования подсистеме человека — головном мозге. В настоящее время активное развитие технологий нейровизуализации, прогресс в нейронауке и нейротехнологиях позволяют устранить этот пробел и дополнить данные для ИИ информацией о работе головного мозга обучающегося. Все это приводит нас к описанной в настоящей работе концепции модульной системы кастомизации жизненно-образовательного маршрута, ключевым фактором развития которой является синергия нейротехнологий и искусственного интеллекта.

#### Финансирование

Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта («Приоритет-2030») при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. С. А. Куркин благодарит РФФИ (грант № 19-29-14101).

#### Funding

The work was carried out within the framework of the strategic academic leadership program of the Immanuel Kant Baltic Federal University (“Priority-2030”) under the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation. Semen A. Kurkin thanks RFBR (Grant No 19-29-14101).

#### Список источников / References

1. Унт И. Э. Индивидуализация и дифференциация обучения. М.: Педагогика; 1990. 190 с. EDN: SUSDWD [Unt I. E. Individualization and differentiation of learning. Moscow, Pedagogika; 1990. 190 p. (In Russian.) EDN: SUSDWD]
2. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии. М.: Народное образование; 1998. 256 с. [Selevko G. K. Modern educational technologies. Moscow, Narodnoe obrazovanie; 1998. 256 p. (In Russian.)]
3. Другова Е. А., Журавлева И. И., Захарова У. С., Сотникова В. Е., Яковлева К. И. Искусственный интеллект для учебной аналитики и этапы педагогического проектирования: обзор решений. *Вопросы образования*. 2022;(4):107–153. EDN: BYFFFFX. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-4-107-153 [Drugova E. A., Zhuravleva I. I., Zakharova U. S., Sotnikova V. E., Yakovleva K. I. Artificial intelligence for learning analytics and instructional design steps: An overview of solutions. *Educational Studies Moscow*. 2022;(4):107–153. (In Russian.) EDN: BYFFFFX. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-4-107-153]
4. Кушнир М. Э., Рабинович П. Д., Заведенский К. Е., Царьков И. С. Образовательный профиль студента как инструмент персональной образовательной логистики. *Высшее образование в России*. 2021;30(12):48–58. EDN: CGJRJCF. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-12-48-58 [Kushnir M. E., Rabinovich P. D., Zavedensky K. E., Tsarkov I. S. Student’s learning profile is a tool of personal learning logistics. *Higher Education in Russia*. 2021;30(12):48–58. (In Russian.) EDN: CGJRJCF. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-12-48-58]
5. Комаров Р. В., Ковалева Т. М. Персонализация образовательного процесса: 3D-пространство интерпретаций. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Педагогика и психология*. 2021;(1(55)):8–21. EDN: TNSPKP. DOI: 10.25688/2076-9121.2021.55.1.01 [Komarov R. V., Kovaleva T. M. Personalization of the educational process: 3D space of interpretations. *MCU Journal of Pedagogy and Psychology*. 2021;(1(55)):8–21. (In Russian.) EDN: TNSPKP. DOI: 10.25688/2076-9121.2021.55.1.01]
6. Зеер Э. Ф., Крежевских О. В. Концептуально-теоретические основы персонализированного образования. *Образование и наука*. 2022;24(4):11–39. EDN: JXGKAX. DOI: 10.17853/1994-5639-2022-4-11-39 [Zeer E. F., Krezhevskikh O. V. Conceptual and theoretical foundations of personalised learning. *The Education and Science Journal*. 2022;24(4):11–39. (In Russian.) EDN: JXGKAX. DOI: 10.17853/1994-5639-2022-4-11-39]
7. Федоров А. А., Бударина А. О., Полупан К. Л., Зхитневич Д. Г. Digital reform of higher education: Implementation experience. *Samara Journal of Science*. 2022;11(2):325–331. EDN: DHVVVV. DOI: 10.55355/snv2022112311
8. Колесникова И. А. Непрерывное образование как феномен XXI века: новые ракурсы исследования. *Непрерывное образование: XXI век*. 2013;1(1):2–18. EDN: RX-QXHD. DOI: 10.15393/j5.art.2013.1941 [Kolesnikova I. A. Lifelong education in the 21st century: New research perspectives. *Lifelong Education: 21st Century*. 2013;1(1):2–18. (In Russian.) EDN: RXQXHD. DOI: 10.15393/j5.art.2013.1941]
9. Григорьев С. Г. Искусственный интеллект в образовании. *Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы: Материалы Международной научно-практической конференции*. Минск: БГПУ; 2022:20–24. EDN: GOKXAM. [Grigoriev S. G. Artificial intelligence in education. *Physics and Mathematics Education: Goals, Achievements, and Prospects: Proc. Int. Scientific and Practical Conf.* Minsk, BSPU; 2022: 20–24. (In Russian.) EDN: GOKXAM]
10. Grigoriev S. G., Sabitov R. A., Smirnova G. S., Sabitov Sh. R. The concept of the formation and development of a digital intellectual ecosystem of blended university learning. *Informatics and Education*. 2020;(5):15–23. EDN: LMWOIT. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-15-23
11. Peng Y., Zhang Y., Wang L. Artificial intelligence in biomedical engineering and informatics: An introduction and review. *Artificial Intelligence in Medicine*. 2010;48(2-3):71–73. DOI: 10.1016/j.artmed.2009.07.007
12. Ashby W. R. An introduction to cybernetics. London, UK, Chapman & Hall Ltd.; 1957. 296 p.
13. Thomas M. S. C., Ansari D., Knowland V. C. P. Annual research review: Educational neuroscience: Progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2019;60(4):477–492. DOI: 10.1111/jcpp.12973
14. Goswami U. Neuroscience and education: From research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*. 2006;7(5):406–413. DOI: 10.1038/nrn1907
15. Bukina T. V., Khramova M. V., Kurkin S. A. Modern research on primary school children brain functioning in the learning process: Review. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Applied Nonlinear Dynamics*. 2021;29(3):449–456. EDN: UATPQA. DOI: 10.18500/0869-6632-2021-29-3-449-456
16. Kurkin S. A., Grubov V. V., Maksimenko V. A., Pitsik E. N., Khramova M. V., Hramov A. E. System for

monitoring and adjusting the learning process of primary schoolchildren based on the EEG data analysis. *Information and Control Systems*. 2020;5(108):50–61. EDN: IYJJLE. DOI: 10.31799/1684-8853-2020-5-50-61

17. *Andretta J. R., Worrell F. C., Mello Z. R.* Predicting educational outcomes and psychological well-being in adolescents using time attitude profiles. *Psychology in the Schools*. 2014;51(5):434–451. DOI: 10.1002/pits.21762

18. *Virtanen T. E., Vasalampi K., Torppa M., Lerkkanen M.-K., Nurmi J.-E.* Changes in students' psychological well-being during transition from primary school to lower secondary school: A person-centered approach. *Learning and Individual Differences*. 2019;69:138–149. DOI: 10.1016/j.lindif.2018.12.001

19. *Donnelly J. E., Hillman C. H., Castelli D., Etnier J. L., Lee S., Tomporowski P., Lambourne K., Szabo-Reed A. N.* Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2016;48(6):1197–1222. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000901

20. *Decker S. L., Hale J. B., Flanagan D. P.* Professional practice issues in the assessment of cognitive functioning for educational applications. *Psychology in the Schools*. 2013;50(3):300–313. DOI: 10.1002/pits.21675

21. *Vernon P. A.* Der Zahlen-Verbindungs-Test and other trail-making correlates of general intelligence. *Personality and Individual Differences*. 1993;14(1):35–40. DOI: 10.1016/0191-8869(93)90172-Y

22. *Antonenko P. D., van Gog T., Paas F.* Implications of neuroimaging for educational research. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer, New York, NY, 2014:51–63. DOI: 10.1007/978-1-4614-3185-5\_5

23. *Wu C. L., Lin T. J., Chiou G. L., Lee C. Y., Luan H., Tsai M. J., Potvin P., Tsai C. C.* A systematic review of MRI neuroimaging for education research. *Frontiers in Psychology*. 2021;12:617599. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.617599

24. *Xu J., Zhong B.* Review on portable EEG technology in educational research. *Computers in Human Behavior*. 2018;81:340–349. DOI: 10.1016/j.chb.2017.12.037

25. *Hramov A. E., Maksimenko V. A., Pisarchik A. N.* Physical principles of brain-computer interfaces and their applications for rehabilitation, robotics and control of human brain states. *Physics Reports*. 2021;918:1–133. DOI: 10.1016/j.physrep.2021.03.002

26. *Ahmad P., Qamar S., Rizvi S. Q. A.* Techniques of data mining in healthcare: A review. *International Journal of Computer Applications*. 2015;120(15):38–50. DOI: 10.5120/21307-4126

27. *LeCun Y., Bengio Y., Hinton G.* Deep learning. *Nature*. 2015;521(7553):436–444. DOI: 10.1038/nature14539

28. *Alpaydin E.* Introduction to machine learning. London, England, MIT press; 2020. 683 p.

29. *Mayer-Schönberger V., Ingelsson E.* Big Data and medicine: A big deal? *Journal of Internal Medicine*. 2018;283(5):418–429. DOI: 10.1111/joim.12721

#### Информация об авторах

**Федоров Александр Александрович**, доктор филос. наук, профессор, ректор, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5501-3149>; *e-mail*: [alafedorov@kantiana.ru](mailto:alafedorov@kantiana.ru)

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

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

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

#### Information about the authors

**Aleksandr A. Fedorov**, Doctor of Sciences (Philosophy), Professor, Rector, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5501-3149>; *e-mail*: [alafedorov@kantiana.ru](mailto:alafedorov@kantiana.ru)

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

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

**Alexander E. Hramov**, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Chief Researcher at the Baltic Neurotechnology and Artificial Intelligence Research Centre, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-2787-2530>; *e-mail*: [aekhramov@kantiana.ru](mailto:aekhramov@kantiana.ru)

*Поступила в редакцию / Received*: 17.02.2023.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 04.03.23.

*Принята к печати / Accepted*: 14.03.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-16-23

## РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ВИЗУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ В КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ

Т. М. Шамсутдинова<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

✉ tsham@rambler.ru

### Аннотация

В статье исследуются теоретические и практические вопросы развития навыков визуализации данных и визуальной аналитики в курсе информатики (в том числе на примере задач построения аналитических, табличных и визуальных моделей с использованием диаграмм).

Статья включает в себя обзор библиографических источников по проблемам формирования навыков визуализации и визуальной аналитики в ходе учебной и научной деятельности, а также разработку структуры компетенции визуализации и визуального анализа. В ходе исследования применялись методы моделирования (аналитические и графические модели), методы визуализации и систематизации данных. В частности, предложены и проанализированы такие компоненты компетенции визуализации и визуального анализа, как аналитический, критический, абстрактно-логический, наглядно-образный, пространственно-образный, ассоциативный, системный, алгоритмический. Кроме того, рассмотрены методы формирования данной компетенции в курсе информатики.

В статье дается не только описание, но и анализ проблем, связанных с формированием компетенции визуализации и визуального анализа. В исследовании представлены также методические указания для лабораторного практикума, разработанного для обучения студентов экономического факультета Башкирского государственного аграрного университета навыкам графической аналитики в курсе информатики.

Статья ориентирована на широкий круг специалистов в области аналитики и визуализации данных, включая преподавателей информационных дисциплин, научных работников и др.

**Ключевые слова:** визуальный анализ, визуализация, компетенции, информатика, моделирование, диаграммы.

### Для цитирования:

Шамсутдинова Т. М. Развитие навыков визуализации и визуальной аналитики в курсе информатики. *Информатика и образование*. 2023;38(3):16–23. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-16-23

## DEVELOPING VISUALIZATION AND VISUAL ANALYTICS SKILLS IN INFORMATICS COURSE

Т. М. Shamsutdinova<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, The Republic of Bashkortostan, Russia

✉ tsham@rambler.ru

### Abstract

The article explores theoretical and practical issues of developing skills in data visualization and visual analytics in informatics course (including examples of constructing analytical, tabular and visual models using diagrams).

This study includes a review of bibliographic sources on the problems of developing visualization and visual analytics skills in the course of educational and scientific activities. It also includes development of a visualization and visual analysis competency structure. In the course of the study were applied methods of modeling (analytical and graphical models), methods of visualization and data systematization. In particular, such components of the competency of visualization and visual analysis as analytical, critical, abstract-logical, visual-figurative, spatial-figurative, associative, systemic, algorithmic were proposed and analyzed. The methods of forming this competency in the course of informatics were also considered.

The article not only describes but also analyzes the problems, connected with formation of visualization and visual analysis competency. The study also presents methodological guidelines for the laboratory practical work, developed to teach the skills of graphic analytics in the informatics course, intended for students of the Faculty of Economics of the Bashkir State Agrarian University.

The article is aimed at a wide range of specialists in the field of data analytics and visualization, including IT teachers, researchers, etc.

**Keywords:** visual analysis, visualization, competencies, informatics, modeling, diagrams.

### For citation:

Shamsutdinova T. M. Developing visualization and visual analytics skills in informatics course. *Informatics and Education*. 2023;38(3):16–23. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-16-23

## 1. Введение

Развитие навыков визуализации и визуального анализа данных является одной из значимых задач учебного процесса. Требование наглядности информации восходит еще к «золотому правилу дидактики» Яна Амоса Коменского, согласно которому для повышения эффективности обучения необходимо опираться, среди прочего, и на возможности зрительных органов человека.

В [1] дается понятие визуальной аналитики (*англ.* visual analytics) как научного направления, связанного с применением аналитического мышления при использовании интерактивных визуальных интерфейсов.

В работе Л. Черняк [2] уточняется, что на данный момент есть три схожих по концепции термина: *Visual Analytics* (визуальная аналитика), *Visual Analysis* (визуальный анализ) и *Visual Data Mining* (визуальная «добыча данных»), но каждый из них имеет свой смысл. *Visual Analytics* — «умение мыслить аналитически, поддержанное графическим интерфейсом». *Visual Analysis* — «широкий круг междисциплинарных исследований, так или иначе связанных с применением интерактивных визуальных средств для анализа данных». *Visual Data Mining*, в свою очередь, включает в себя «интеграцию методов *Data Mining* с технологиями визуализации».

Развивая концепцию *Data Mining*, сейчас можно говорить и о следующем этапе визуальной аналитики — визуализации больших данных (*англ.* big data) [3]. Растущие объемы информации в современном мире требуют все новых и новых инновационных технологий обработки и анализа данных, ввиду чего повышаются требования к профессиональным компетенциям выпускников вузов. Современный специалист должен уметь ориентироваться в нарастающих объемах цифровой информации, понимать принципы ее обработки и систематизации, обладать навыками решения прикладных задач в своей профессиональной области, в том числе навыками визуализации и визуального анализа данных. Можно еще отметить, что активное использование графических образов соответствует современной тенденции восприятия информации — клиповому мышлению, которое наблюдается у представителей так называемого поколения зумеров (или цифрового поколения — людей, родившихся примерно с конца 1990-х годов).

Цель данной статьи — рассмотреть теоретические и практические вопросы развития навыков визуализации данных и визуальной аналитики в курсе информатики (в том числе на примере задач построения аналитических, табличных и визуальных моделей с использованием диаграмм).

## 2. Принципы визуализации информации и задачи визуального анализа данных

Визуальное восприятие базируется на особенностях перцептивного свойства мышления: отражать события, предметы, явления внутреннего и внеш-

него мира через работу зрительных органов чувств. Природа визуального восприятия образов носит сложный перцептивно-сенсорный характер. В работе [4] отмечается, что инструменты визуального анализа задействуют перцептивные и когнитивные способности человека, используя интерактивное представление зрительной информации в качестве интерфейса между пользователями и их данными. В [5] говорится о проблеме визуализации информации как зрительного отображения семантики информации.

В работах [1, 6] выделяют следующие основные принципы визуализации информации:

- принцип уместности (*англ.* appropriateness): визуальная репрезентация должна давать столько информации, сколько необходимо для выполнения поставленной задачи; дополнительная графика может только отвлекать и усложнять задачу;
- принцип естественности (*англ.* naturalness): эмпирическое познание наиболее эффективно, когда свойства визуальной репрезентации наиболее точно соответствуют представляемой информации;
- принцип соответствия (*англ.* matching): репрезентация информации наиболее эффективна, когда она соответствует задаче, которую должен выполнить пользователь;
- принцип конгруэнтности (*англ.* congruence): структура и содержание репрезентации должны соответствовать структуре и содержанию передаваемого понятия;
- принцип восприятия (*англ.* comprehension): структура и содержание репрезентации должны быть легко и точно восприняты и поняты.

Очевидно, что решение задач с использованием аналитических визуальных моделей требует применения специальных технологий и методик. Примеры разработки методик решения подобных задач рассмотрены, например, в [7–9] и многих других.

Как отдельный вид визуализации в ряде работ современных исследователей выделяется визуализация знаний [10, 11]. При этом в [11] дается следующее определение: «Визуализация знаний — это набор графических элементов и связей между ними, используемый для передачи знаний от эксперта к человеку или группе людей, раскрывающий причины и цели этих связей в контексте передаваемого знания».

Технологии визуализации выступают в качестве эффективного средства обучения [12]. С точки зрения методики преподавания «под технологией визуализации понимается лаконичное представление учебного материала, способствующее интенсификации учебного процесса и, как следствие, совершенствованию познавательной деятельности обучающихся с учетом их индивидуальных особенностей» [13].

Можно сказать, что визуальный анализ данных в ходе учебного процесса позволяет выполнить следующие задачи [14–16]:

- активизация учебной и познавательной деятельности обучающихся с учетом их когнитивных особенностей;
- развитие аналитического и критического мышления, совершенствование навыков анализа данных (в частности, увеличение степени контроля за процессом анализа);
- формирование и развитие навыков образно-визуального мышления, зрительного восприятия, повышение визуальной грамотности и визуальной культуры;
- формирование общепрофессиональной компетенции по работе с визуальной информацией в сфере будущей профессиональной деятельности;
- формирование навыков ассоциативного мышления и структурирования, изучение приемов систематизации и структурирования данных, структурирование информации на базе наглядно-образных и логико-символических моделей;
- развитие формально-логического мышления, логических навыков, а также пространственно-образного мышления для решения сложных проблем;
- применение в учебном процессе методов естественной и символической наглядности для образного представления знаний, их передачи, для получения и обобщения знаний на основе зрительной информации.

### 3. Компетенция визуализации и визуального анализа, ее структура и методы формирования

На основании перечисленного можно ввести понятие «компетенция визуализации и визуального анализа» и предложить его структуру и методы формирования (см. табл.).

Таблица / Table

#### Структура компетенции визуализации и визуального анализа

#### The structure of visualization and visual analysis competency

Компоненты	Умения и навыки	Методы формирования в курсе информатики
Аналитический	Анализировать визуальную информацию, выявлять общие признаки и свойства, синтезировать информацию	Изучение методов компьютерного моделирования; изучение разнообразных программных пакетов описательной, диагностической, прогнозной, предписательной аналитики
Критический	Проводить сравнение визуальной информации, принимать взвешенное решение при выборе методов ее анализа и интерпретации данных	Применение аналитических и статистических пакетов, электронных таблиц, систем компьютерного имитационного моделирования; построение графиков, диаграмм и т. д.
Абстрактно-логический	Абстрагироваться от несущественных деталей для выявления наиболее значимых признаков, делать логические заключения, находить причинно-следственные связи	Изучение логических основ устройства компьютера, теории графов; работа с пакетами компьютерной математики, пакетами создания и моделирования логических схем, инфологических моделей (например, в виде ER-моделей баз данных)
Наглядно-образный	Представлять ситуацию и оперировать образами составляющих ее предметов	Изучение систем визуального моделирования, компьютерной графики, систем проектирования программных интерфейсов, компьютерной анимации, веб-дизайна; применение презентационной графики, инфографики, бизнес-графики
Пространственно-образный	Создавать пространственные образы; осуществлять переход от пространственных образов реальных объектов к их условно-графическим изображениям	Решение чертежно-графических задач, изучение систем инженерной компьютерной графики, САПР, геоинформационных систем, систем визуализации ландшафта и пр.
Ассоциативный	Формировать набор ассоциаций, являющихся базой ассоциативного мышления, выстраивать зрительные ассоциативные связи	Работа с ассоциативными ментальными картами, построенными по принципу иерархии понятий в виде дерева (или графа) образов, связанных с исходным изучаемым понятием
Системный	Систематизировать, структурировать графическую информацию, проводить ее классификацию и кластеризацию	Изучение методов обработки данных в структурированном наглядно-образном виде: с помощью различных схем, в табличной форме, в виде графиков, диаграмм и др.; знакомство с методами машинного обучения (кластеризация, классификация данных, деревья решений и т. д.), семантическими сетями, онтологиями
Алгоритмический	Разрабатывать визуализированные алгоритмы решения типовых задач профессиональной деятельности	Изучение блок-схем как формы представления алгоритмов; знакомство с языками графического моделирования (UML и др.)

#### 4. Развитие навыков визуальной аналитики в вузе: опыт Башкирского государственного аграрного университета

Систематическое изучение принципов работы с визуальными объектами и моделями помогает студентам получить требуемые профессиональные навыки в области визуальной аналитики и готовит их к дальнейшей профессиональной деятельности. К визуальным моделям относится огромное число форм наглядного учебного материала, с которым сталкиваются студенты во время обучения: разнообразные макеты и схемы, чертежи, модели, технологические карты, фотоснимки, географические и геодезические карты, презентации, когнитивные карты и т. д.

Начальные навыки по работе с цифровой визуальной информацией студенты получают, осваивая курс информатики. Студенты ИТ-направлений совершенствуют навыки визуального анализа на последующих курсах при изучении разнообразных дисциплин, связанных с построением моделей анализа данных. Например, в дисциплину «Базы данных» входит большой модуль, посвященный построению логических моделей предметных областей на основе ER-моделей. Модели такого класса дают очень хорошие навыки по анализу первичной информации и систематизации данных. Большое количество средств визуального моделирования заложено в концепцию дисциплины «Проектирование информационных систем», где изучаются разнообразные технологии представления данных — модели диаграмм семейства IDEF, методологии моделирования бизнес-процессов ARIS и BPMN, язык графического моделирования UML и др.

Можно отметить и особую роль дисциплины «Программирование» для развития алгоритмического компонента компетенции визуальной аналитики. В ходе изучения основ программирования студенты развивают образно-аналитическое мышление при работе с блок-схемами алгоритмов, с формами программных интерфейсов и т. д.

Развитие графического образного мышления реализуется и на дисциплинах «Компьютерная графика», «Веб-дизайн» и др. Большой потенциал развития навыков аналитического визуального анализа заложен в дисциплину «Интеллектуальные информационные системы», в состав которой входят темы, связанные с анализом многомерных OLAP-кубов, семантическими сетями и онтологиями, нейронными сетями, кластерным анализом данных и пр. Кластерный анализ с использованием карт Кохонена можно отнести при этом к одной из продвинутых форм графической аналитики, охватывающей умение извлекать информацию методами интеллектуального визуального анализа многомерных данных.

Что касается студентов инженерных направлений подготовки, то они развивают навыки визуального анализа при изучении инженерной графики, графического и имитационного моделирования технических устройств, в ходе геоинформационного

моделирования и т. д. Хороший результат освоения навыка визуализации достигается при изучении дисциплин математической направленности [17, 18], например, при изучении аналитической геометрии и топологии, теории графов и др.

##### 4.1. Лабораторный практикум по информатике

Отдельно остановимся на диаграммах как средстве развития навыков визуализации и визуальной аналитики в базовом курсе информатики у студентов-первокурсников.

Надо заметить, что диаграммы — очень эффективная форма наглядного отображения данных, позволяющая стимулировать у обучаемых интерес к визуальной аналитике и моделированию [19, 20].

Если говорить про базовый курс основ информатики, изучаемый, как правило, в первом (либо втором) семестре программ бакалавриата и специалитета в высших учебных заведениях, то можно отметить, что структура данного курса в целом направлена на формирование общепрофессиональных компетенций, связанных с применением методов сбора, хранения, обработки и анализа информации в профессиональной деятельности. В ходе изучения основ информатики обучающиеся приобретают навыки по работе с табличными моделями и диаграммами, что позволяет им получить опыт в области визуальной аналитики. Студенты, работая в электронных таблицах с диаграммами как с формой отражения табличных моделей, отрабатывают навыки визуального оценивания количественных и качественных характеристик данных, учатся их систематизации, группировке, масштабированию. Являясь эффективной визуальной формой, диаграммы позволяют дать емкое, лаконичное понимание динамики изменения изучаемых процессов, соотношения размерности величин, помогают выявить локальные и глобальные тенденции.

Для обучения студентов экономического факультета Башкирского государственного аграрного университета навыкам графической аналитики был разработан **лабораторный практикум «Использование графических моделей и визуализации данных при решении экономических задач»**. Практикум проводится при обучении студентов информатике и включает в себя ряд лабораторных работ, выполняемых в табличном процессоре:

- лабораторная работа № 1 «Анализ “План-факт” и его визуализация в MS Excel»;
- лабораторная работа № 2 «Построение диаграммы Парето»;
- лабораторная работа № 3 «Построение диаграммы Ганта в MS Excel»;
- лабораторная работа № 4 «Интерполяция и аппроксимация данных»;
- лабораторная работа № 5 «Графическое решение систем уравнений на примере задачи анализа спроса и предложения»;
- лабораторная работа № 6 «Построение диаграммы темпов роста».

Основной средой выполнения заданий выбран MS Excel, но данные задачи могут быть адаптированы и для аналогичного программного обеспечения, реализующего технологии табличных процессоров. В качестве программной среды выполнения основных заданий данного практикума также могут быть использованы табличные процессоры из свободно распространяемых офисных пакетов (LibreOffice, OpenOffice и т. д.).

Каждая лабораторная работа состоит из нескольких этапов обработки данных:

- изучение предметной области;
- создание табличной модели, визуальная аналитика с построением диаграмм комбинированного вида;
- интерпретация данных.

Задания ориентированы на студентов экономического факультета и реализуют идею междисциплинарности, позволяя обучающимся закрепить экономические знания.

#### 4.2. Лабораторная работа № 1 «Анализ «План-факт» и его визуализация в MS Excel»

Как пример рассмотрим далее методическую разработку лабораторной работы № 1 «Анализ «План-факт» и его визуализация в MS Excel». Студентам предлагается построить и проанализировать ряд диаграмм (рис. 1–5). Все диаграммы при этом строятся по одной таблице, содержащей сведения по планируемому и фактическому объему работ (например, по производству продукции, продажам и т. д.) по месяцам.

Для построения диаграммы, приведенной на рисунке 1, используется прием построения графиков с добавлением параметра «Полосы повышения и понижения» (выполняется в MS Excel системой команд «Конструктор → Добавить элемент диаграммы → Полосы повышения и понижения»). При этом реализуется следующая последовательность действий:

- для вывода числовых значений отклонения от плана, содержащихся в таблице, предварительно проводятся соответствующие расчеты;
- строится график по данным строк «План», «Факт» и «Отклонение»;
- для ряда «Отклонение» устанавливается собственная вспомогательная ось (которая затем скрывается настройками ее параметров, как и сама линия ряда «Отклонение»), а для рядов «План» и «Факт» устанавливаются полосы повышения/понижения.

Для построения диаграммы, приведенной на рисунке 2, в таблице дополнительно рассчитываются строки «Недовыполнение» и «Перевыполнение». Также рассчитывается строка, содержащая минимальное значение из пары ячеек «План» и «Факт» по каждому из месяцев. Далее строится диаграмма в виде гистограммы с накоплением, после чего для ряда данных «План» тип диаграммы меняется на график с маркерами.

Комбинированная диаграмма, приведенная на рисунке 3, построена на основе диаграммы с областями с накоплением, где в качестве исходных данных выступают строки «План» и «Отклонение» (дополнительно рассчитанное в таблице как отклонение от плана). Далее на диаграмму добавляются ряды «План» и «Факт», причем их тип изменяется на график с маркерами. Затем убирается цвет у самой нижней области диаграммы с накоплением, а для верхнего слоя (области) делается заливка с использованием рисунка со штриховкой.

На рисунке 4 представлена диаграмма, созданная с использованием дополнительного параметра «Линии ряда данных». При построении диаграммы также используется дополнительный ряд данных, предварительно рассчитанный в таблице как процент изменения ряда данных «Факт» по сравнению с предыдущим месяцем.

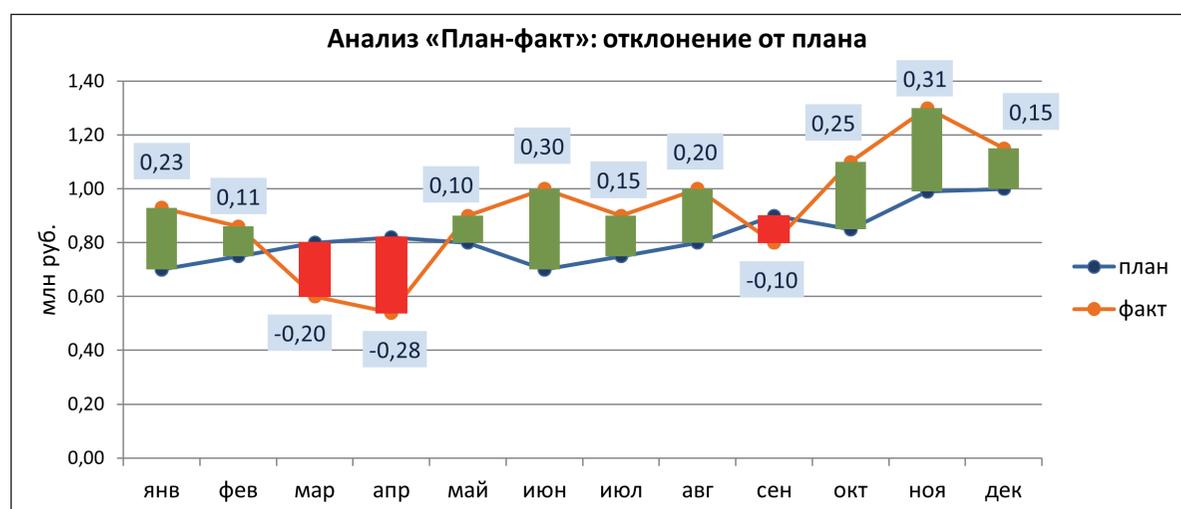


Рис. 1. Диаграмма с использованием параметра «Полосы повышения/понижения»

Fig. 1. Diagram using the «Rise/Descent Bands» parameter

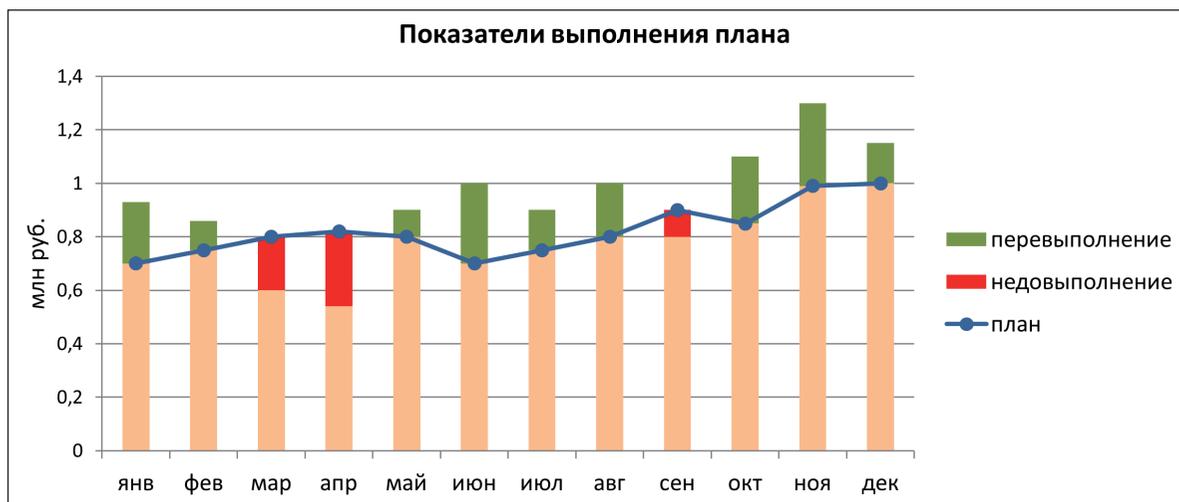


Рис. 2. Комбинированная диаграмма на основе гистограммы с накоплением и графика  
 Fig. 2. Combined diagram based on the accumulated histogram and graph

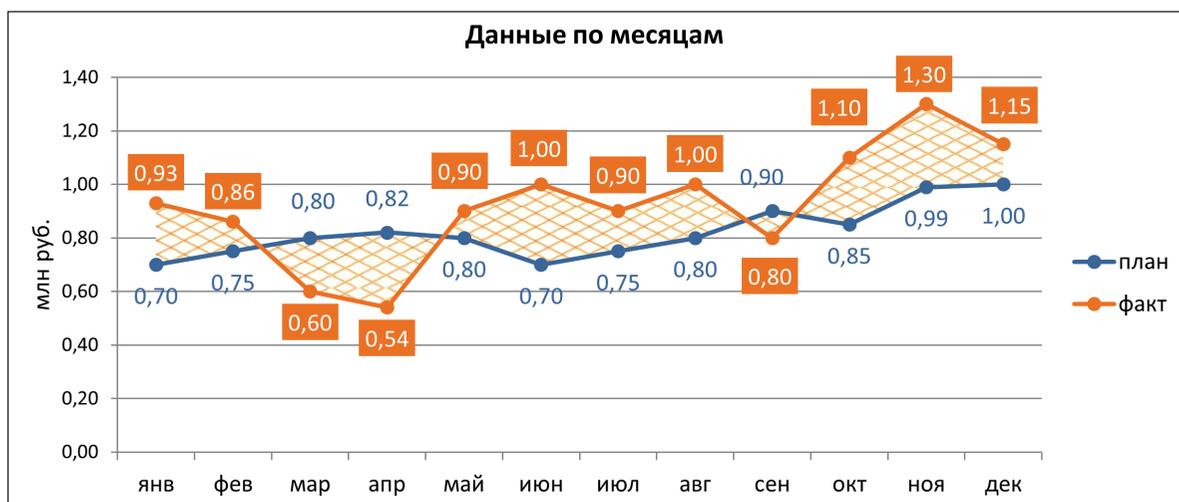


Рис. 3. Комбинированная диаграмма на основе типа «С областями»  
 Fig. 3. Combined diagram based on the “Area” type

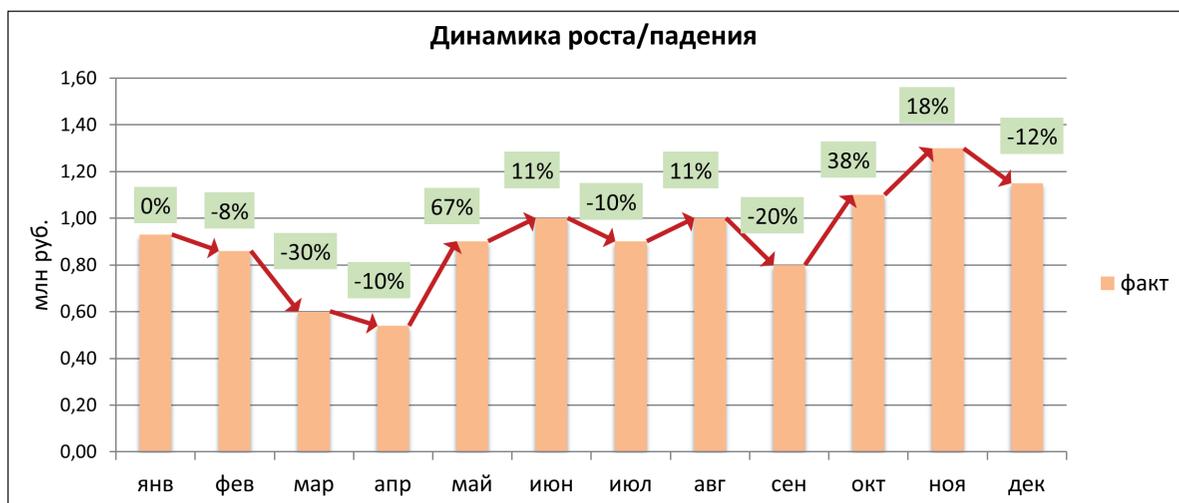


Рис. 4. Диаграмма с использованием параметра «Линии ряда данных»  
 Fig. 4. Diagram using “Data series lines” parameter

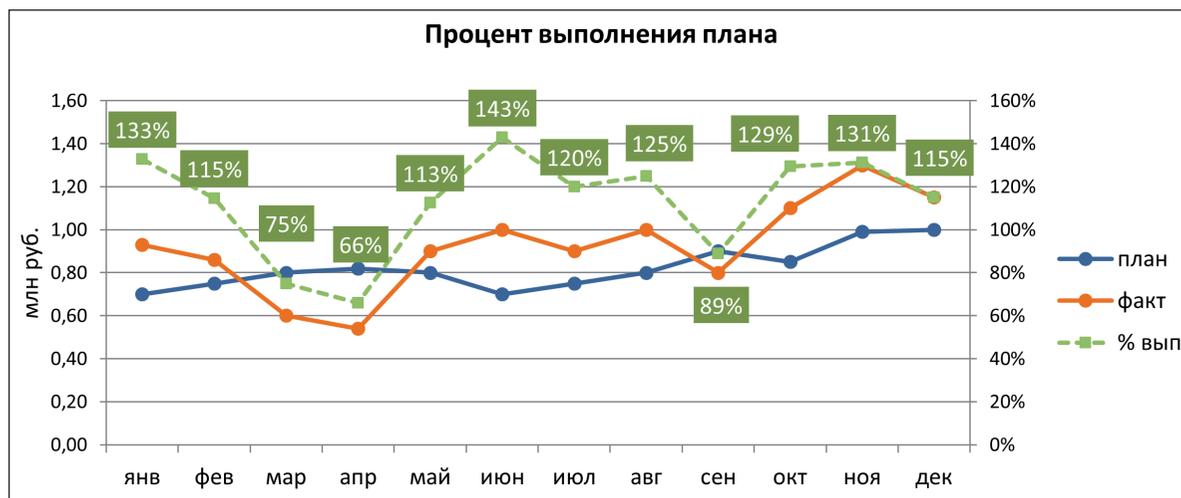


Рис. 5. Диаграмма с использованием вспомогательной оси

Fig. 5. Diagram with secondary axis

Для построения диаграммы, приведенной на рисунке 5, также понадобятся дополнительные расчеты, в данном случае потребуется рассчитать процент выполнения плана для каждого месяца работы. Далее строится стандартный график с маркерами, но для ряда «Процент выполнения» устанавливается отдельная вспомогательная ось.

Выполняя данные задания, студенты не просто получают и закрепляют навыки работы с электронными таблицами, но и приобретают опыт решения профессионально-ориентированных прикладных задач в области экономической информатики с использованием технологии визуализации данных.

## 5. Выводы

Обобщая все вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

- формирование навыков визуализации и визуальной аналитики в ходе учебной и научной деятельности является сложной, многоаспектной задачей, зависящей от большого числа компонентов;
- данные навыки являются одним из основных факторов формирования компетенции визуализации и визуального анализа (включая такие компоненты, как аналитический, критический, абстрактно-логический, наглядно-образный, пространственно-образный, ассоциативный, системный, алгоритмический);
- решение задачи эффективного формирования навыков визуального анализа возможно только с позиции комплексного, междисциплинарного подхода, охватывающего все аспекты визуализации и наглядности процесса обучения.

## Список источников / References

1. Thomas J. J., Cook K. A. Illuminating the path: Research and development agenda for visual analytics. New York, USA, National Visualization and Analytics Ctr; 2005. 190 p.

2. Черняк Л. Визуальная аналитика и обратная связь. *Открытые системы. СУБД*. 2013;(6):14–17. EDN: SDFQST [Chernyak L. Visual analytics and feedback. *Open Systems. DBMS*. 2013;(6):14–17. (In Russian.) EDN: SDFQST]

3. Орлова А. Ю., Сорокин А. А. Роль визуальной аналитики в управлении данными. *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*. 2021;(6(87)):108–114. EDN: UTMPFH. DOI: 10.37493/2307-907X.2021.6.12

[Orlova A. Yu., Sorokin A. A. The role of visual analytics in data management. *Newsletter of North-Caucasus Federal University*. 2021;(6(87)):108–114. (In Russian.) EDN: UTMPFH. DOI: 10.37493/2307-907X.2021.6.12]

4. Vieira C., Parsons P., Byrd V. Visual learning analytics of educational data: A systematic literature review and research agenda. *Computers and Education*. 2018;122:119–135. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.03.018

5. Chen C. Top 10 unsolved information visualization problems. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2005;25(4):12–16. DOI: 10.1109/MCG.2005.91

6. Tversky B., Morrison J. B., Betrancourt M. Animation: Can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*. 2002;57(4):247–262. DOI: 10.1006/ijhc.2002.1017

7. Захарова А. А., Вехтер Е. В., Шкляр А. В. Методика решения задач анализа данных при использовании аналитических визуальных моделей. *Научная визуализация*. 2017;9(4):78–88. EDN: VPYXJY. DOI: 10.26583/sv.9.4.08

[Zakharova A. A., Vekhter E. V., Shklyar A. V. Methods of solving problems of data analysis using analytical visual models. *Scientific Visualization*. 2017;9(4):78–88. (In Russian.) EDN: VPYXJY. DOI: 10.26583/sv.9.4.08]

8. Matsushita M., Kato T. Interactive visualization method for exploratory data analysis. *Proc. V Int. Conf. on Information Visualisation*. London, UK, IEEE; 2001:671–676. DOI: 10.1109/IV.2001.942128

9. Zakharova A. A., Vekhter E. V., Shklyar A. V., Krysko A. V., Saltykova O. A. Quantitative assessment of cognitive interpretability of visualization. *Scientific Visualization*. 2018;10(4):145–153. EDN: GHKDGY. DOI: 10.26583/sv.10.4.11

10. Eppler M. J., Burkhard R. A. Visual representations in knowledge management: Framework and cases. *Journal of Knowledge Management*. 2007;11(4):112–122. DOI: 10.1108/13673270710762756

11. Магалашвили В. В., Бодров В. Н. Ориентированная на цели визуализация знаний. *Образовательные технологии и общество*. 2008;11(1):420–433. EDN: ПУТИН

[Magalashvili V., Bodrow W. Goal-oriented knowledge visualization. *Educational Technology & Society*. 2008;11(1):420–433. (In Russian.) EDN: ПУТИН]

12. Новикова Е. С., Гурьянов Д. Ю. Проектирование лабораторного практикума по дисциплине «Данные и визуальная аналитика». *Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XXIII международной научно-методической конференции*. СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; 2017;2:228–230. EDN: YSZXXB

[Novikova E. S., Gurjanov D. Yu. Design of the practical works for discipline “Data and visual analytics”. *Modern Education: Content, Technology, Quality. Proc. XXIII Int. Scientific and Methodological Conf.* Saint Petersburg, Saint Petersburg Electrotechnical University (“LETI”); 2017;2:228–230. (In Russian.) EDN: YSZXXB]

13. Сас К. П. Роль визуализации учебного материала при дистанционном обучении. *Информатика и образование*. 2021;(5):28–34. EDN: VSVZGB. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-5-28-34

[Sas K. P. The role of visualization of educational material in distance learning. *Informatics and Education*. 2021;(5):28–34. (In Russian.) EDN: VSVZGB. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-5-28-34]

14. Полякова Е. В. Применение способов и методов визуального мышления в современном образовании. *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2012;(10(135)):120–124. EDN: PEVLOJ

[Polyakova E. V. Application of visual thinking methods in modern education. *Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*. 2012;(10(135)):120–124. (In Russian.) EDN: PEVLOJ]

15. Шорина Т. В. Обоснование визуального компонента информационных образовательных ресурсов высшего образования. *Современные проблемы науки и образования*. 2021;(2):81. EDN: HYCDNL. DOI: 10.17513/spno.30720

[Shorina T. V. Argumentation of the visual component of information educational resources of higher education. *Modern Problems of Science and Education*. 2021;(2):81. (In Russian.) EDN: HYCDNL. DOI: 10.17513/spno.30720]

16. Pilyugin V. V., Milman I. Visual analytics and its use in the NRNU MEPhI “Scientific Visualization” laboratory activities. *Scientific Visualization*. 2019;11(5):46–55. EDN: GYDDHB. DOI: 10.26583/sv.11.5.05

17. Clements M. A. Fifty years of thinking about visualization and visualizing in mathematics education: A historical overview. *Mathematics & Mathematics Education: Searching for Common Ground*. Springer, Dordrecht; 2014:177–192. DOI: 10.1007/978-94-007-7473-5\_11

18. Varankina V. I., Lubyagina E. N., Markov R. V., Petrov A. A., Shirokov D. V. Computer visualization in the course “Abstract algebra”. *Scientific Visualization*. 2019;11(5):83–100. EDN: VHDXB. DOI: 10.26583/sv.11.5.08

19. Боброва А. С. Чему учат диаграммы? Рассуждения и восприятие. *Логические исследования*. 2018;24(2):70–77. EDN: ISYVRP. DOI: 10.21146/2074-1472-2018-24-2-70-77

[Bobrova A. S. What do diagrams teach? Reasoning and perception. *Logical Investigations*. 2018;24(2):70–77. (In Russian.) EDN: ISYVRP. DOI: 10.21146/2074-1472-2018-24-2-70-77]

20. Рябинин К. Разработка мультиплатформенной библиотеки построения и визуализации диаграмм. *Научная визуализация*. 2014;6(1):51–67. EDN: SDELPH

[Ryabinin K. Development of multiplatform charting library. *Scientific Visualization*. 2014;6(1):51–67. (In Russian.) EDN: SDELPH]

#### Информация об авторе

Шамсутдинова Татьяна Михайловна, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры цифровых технологий и прикладной информатики, экономический факультет, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1809-3615>; e-mail: [tsham@rambler.ru](mailto:tsham@rambler.ru)

#### Information about the author

Tatiana M. Shamsutdinova, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Docent, Associate Professor at the Department of Digital Technologies and Applied Informatics, Faculty of Economics, Bashkir State Agrarian University, Ufa, The Republic of Bashkortostan, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1809-3615>; e-mail: [tsham@rambler.ru](mailto:tsham@rambler.ru)

Поступила в редакцию / Received: 21.11.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 21.02.23.

Принята к печати / Accepted: 28.02.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-24-30

# СОТРУДНИЧЕСТВО РАБОТОДАТЕЛЯ И ВУЗА: МЕЖФАКУЛЬТЕТСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ 1С ЧУВАШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. И. Н. УЛЬЯНОВА

А. И. Минеев<sup>1</sup> ✉, А. А. Шаронова<sup>2</sup>, А. В. Щипцова<sup>1</sup>, М. В. Мандракова<sup>3</sup><sup>1</sup> Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия<sup>2</sup> Фирма «1С», г. Москва, Россия<sup>3</sup> ООО «Лидер софт — внедренческий центр», г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия✉ [minalig@inbox.ru](mailto:minalig@inbox.ru)

## Аннотация

В условиях модернизации отечественного образования возникает явная необходимость в пересмотре существующих образовательных траекторий и плотном взаимодействии между работодателем и учебным заведением с целью подготовки высококвалифицированных специалистов. При всем многообразии специальностей и учебных заведений в России наблюдается дефицит профессиональных кадров. Данная тенденция характерна и для ИТ-сферы. Поэтому учебным заведениям необходимо взаимодействовать не только с государственными учреждениями, но и с компаниями-работодателями. Тройственный союз «студент — высшее учебное заведение — организация-работодатель» является устойчивой платформой для становления молодых кадров. На базе высших учебных заведений посредством сотрудничества с потенциальным работодателем создаются базовые кафедры и лаборатории.

17 марта 2022 года состоялось подписание Соглашения о стратегическом партнерстве между Чувашским государственным университетом им. И. Н. Ульянова (ЧувГУ), фирмой «1С» и компанией «Лидер софт — внедренческий центр». Предметом данного соглашения стало сотрудничество с целью специализированной подготовки обучающихся университета в области разработки, внедрения и эксплуатации программного обеспечения на платформе «1С:Предприятие» и продуктов «1С». В рамках Соглашения была создана межфакультетская базовая лаборатория 1С.

В статье исследуются направления деятельности межфакультетской базовой лаборатории 1С ЧувГУ за 2022 год. На примере создания базовой лаборатории в вузе Чувашии представлен инновационный опыт партнерского сотрудничества компании-работодателя и учебного заведения, который будет востребован в других регионах страны.

**Ключевые слова:** межфакультетская базовая лаборатория 1С, ЧувГУ, подготовка обучающихся.

## Для цитирования:

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. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-24-30

## EMPLOYER-UNIVERSITY COOPERATION: 1С INTERFACULTY LABORATORY OF I. N. ULYANOV CHUVASH STATE UNIVERSITY

A. I. Mineev<sup>1</sup> ✉, A. A. Sharonova<sup>2</sup>, A. V. Shchiptsova<sup>1</sup>, M. V. Mandrakova<sup>3</sup><sup>1</sup> I. N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, The Chuvash Republic, Russia<sup>2</sup> 1С Company, Moscow, Russia<sup>3</sup> LLC "Leader Soft — Implementation Center", Cheboksary, The Chuvash Republic, Russia✉ [minalig@inbox.ru](mailto:minalig@inbox.ru)

## Annotation

The modernization of the national education creates a clear need for revision of the existing educational trajectories and close interaction between the employer and the educational institution in order to train highly qualified specialists. With all the variety of specialties and educational institutions in Russia, there is a shortage of professional staff. This trend is also typical for the IT sphere. Therefore, educational institutions need to cooperate not only with state institutions, but also with employers. The triple alliance

© Минеев А. И., Шаронова А. А., Щипцова А. В., Мандракова М. В., 2023

“student — university — employer” is a stable platform for the development of young professionals. Basic departments and laboratories are created on the basis of higher education institutions through cooperation with potential employers.

On March 17, 2022, there was a Strategic Partnership Agreement signed between I. N. Ulyanov Chuvash State University (ChuvSU), 1C Company and LLC “Leader Soft — Implementation Center”. The subject of this agreement was cooperation with the purpose of special training of the university students in the field of development, implementation and operation of software on the platform “1C:Enterprise” and “1C” products. Within the framework of the agreement 1C interfaculty core laboratory was created.

This article explores the activities of 1C interfaculty core laboratory at ChuvSU for the year 2022. The innovative experience of partnership between the employing company and the educational institution, which will be in demand in other regions of the country, is presented on the example of creating a basic laboratory in the Chuvash university.

**Keywords:** 1C Interfaculty Core Laboratory, ChuvSU, training of specialists.

**For citation:**

Mineev A. I., Sharonova A. A., Shchiptsova A. V., Mandrakova M. V. Employer-university cooperation: 1C interfaculty laboratory of I. N. Ulyanov Chuvash State University. *Informatics and Education*. 2023;38(3):24–30. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-24-30

## 1. Введение

В современных условиях модернизации отечественного образования возникает явная необходимость в пересмотре существующих образовательных траекторий и плотном взаимодействии между работодателем и учебным заведением с целью подготовки высококвалифицированных специалистов [1, 2]. В Послании Федеральному Собранию Российской Федерации 21 февраля 2023 года Президент В. В. Путин отметил: «Необходим синтез всего лучшего, что было в советской системе образования, и опыта последних десятилетий». Глава государства подчеркнул, что «переход на новую систему должен быть плавным..., нужно все продумать, проработать до мелочей. У молодежи, у наших граждан должны появиться новые возможности для качественного образования, для трудоустройства, профессионального роста. Повторю еще раз: возможности, а не проблемы»\*. Обозначенные задачи будут воплощаться уже в следующем учебном году. Однако, предлагая разнообразные варианты образовательных траекторий, система профессионального образования ставит главной целью формирование специалиста, не только овладевшего теоретическими и практическими знаниями и навыками, но и ориентированного на личностный, профессиональный и карьерный рост [3–5].

Несмотря на многообразие отечественных учебных заведений и специальностей, которые можно в них получить, в российской экономике наблюдается дефицит профессиональных кадров. Данная тенденция характерна и для ИТ-сферы. Не случайно в России с 2023 года намечено увеличение бюджетных мест при приеме в вузы по ИТ-специальностям. Премьер-министр РФ М. В. Мишустин, выступая на форуме «Digital Almaty 2023: Цифровое партнерство в новой реальности», сообщил, что для привлечения компетентных специалистов в ИТ-отрасль и проведения кадровой политики по подготовке профессионалов «в университетах запустили проект «Цифровые кафедры» для студентов всех

направлений. Действуют программы дополнительного обучения ИТ-профессиям на образовательных онлайн-платформах»\*\*.

Осознавая 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 Москве или Санкт-Петербурге. Например, представители Министерства цифрового развития, информационной политики и массовых коммуникаций Чувашской Республики отмечают: «В ближайшие три года нехватка ИТ-специалистов в Чувашии достигнет 3 тыс. Желающих получить профессию в сфере информационных технологий достаточно, но более 60 % выпускников покидают республику, так как не видят перспектив»\*\*\*.

Именно поэтому учебным заведениям необходимо взаимодействовать не только с государственными учреждениями, но и с компаниями-работодателями. Тройственный союз «студент — высшее учебное заведение — организация-работодатель» является устойчивой платформой по становлению молодых кадров [6]. И поскольку в этом заинтересована каждая из сторон, на базе высших учебных заведений посредством сотрудничества с организацией-работодателем создаются базовые кафедры и лаборатории [7, 8]. Создание подобных научно-образовательных структур закреплено в российском законодательстве, а именно ст. 27 Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»\*\*\*\*.

\*\* 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-byudzhethnie-mesta-po-it-spetsialnostyam>

\*\*\* В Чувашии в течение 3 лет дефицит ИТ-специалистов достигнет 3000 человек. *Версия в Чувашии*. 17.09.2022. <https://ch.versia.ru/v-chuvashii-v-techenie-3-let-deficit-it-specialistov-dostignet-3000-chelovek>

\*\*\*\* Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.02.2023). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)

\* Путин предложил вернуться к традиционному сроку обучения в вузах от 4 до 6 лет. *Российская газета*. 21.02.2023. <https://rg.ru/2023/02/21/putin-vernutsia-k-tradicionnomu-sroku-obucheniia-v-vuzah-ot-4-do-6-let.html>

## 2. Методы исследования

Статья базируется на общенаучных методах исследования. В основу работы легли методы научного анализа, 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. Выполнение исследования невозможно было без опоры на общие (анализ и синтез, индукция и дедукция) и специальные (структурно-исторический, системный подход) методы.

## 3. Создание межфакультетской базовой лаборатории 1С: цели, задачи, первые шаги

В условиях автоматизации и индустриализации, импортозамещения и развития отечественного производства, создания прорывных технологий целый ряд передовых организаций реального сектора экономики России целенаправленно включается в процесс подготовки дипломированных специалистов в рамках открытия базовых кафедр/лабораторий в высших учебных заведениях страны [9, 10]. Такая практика успешно реализуется фирмой «1С» и ее франчайзинговыми организациями в разных городах России (Москва, Казань, Омск и др.) [11–13].

Этот опыт активно перенимается и другими регионами. 17 марта 2022 года состоялось подписание Соглашения о стратегическом партнерстве между ведущим вузом Чувашской Республики — федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова» (г. Чебоксары), фирмой «1С» (г. Москва)\* и компанией «Лидер софт — внедренческий центр» (г. Чебоксары)\*\* . Наряду с этим была разработана дорожная карта сроком на три года. Предметом данных документов стало сотрудничество с целью специализированной подготовки обучающихся университета в области разработки, внедрения и эксплуатации программного обеспечения на платформе «1С:Предприятие» и продуктов «1С», а также проведения совместных исследований и реализации совместных образовательных, научно-исследовательских проектов [14].

На основании подписанного Соглашения была создана межфакультетская базовая лаборатория 1С, охватывающая деятельность трех факультетов Чувашского государственного университета им. И. Н. Ульянова (ЧувГУ):

- информатики и вычислительной техники;
- экономического;
- прикладной математики, физики и информационных технологий.

Открытие лаборатории предусматривало достижение следующих целей:

- формирование у обучающихся на факультетах, в основные образовательные программы которых входят дисциплины (модули) и практики по изучению продуктов «1С», необходимых профессиональных знаний, навыков, умений, компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования и в интересах компании «Лидер софт — внедренческий центр» (ЛСВЦ);
- разработка и реализация дополнительных профессиональных образовательных программ, включающих в себя изучение продуктов «1С»;
- повышение качества учебного процесса путем использования в образовательной деятельности ЧувГУ результатов научно-исследовательских и внедренческих работ ЛСВЦ, новых знаний и достижений компании «1С»;
- расширение исследовательского принципа обучения и научной составляющей образовательной деятельности ЧувГУ, в том числе привлечение обучающихся к проведению научных исследований под руководством работников ЛСВЦ и кадровому обеспечению научных исследований ЧувГУ;
- участие обучающихся и научно-педагогических работников ЧувГУ в совместных бизнес-проектах по внедрению информационных систем на базе «1С» в работу различных предприятий и учреждений.

8 сентября 2022 года состоялось торжественное открытие брендированной аудитории лаборатории в главном корпусе ЧувГУ (ремонт и оснащение которой были выполнены за счет ЛСВЦ)\*\*\*. Лаборатория оборудована 16 персональными компьютерами, видеокамерой для трансляции мероприятий, двумя телевизионными установками. Для компьютеров ЛСВЦ были закуплены специальные учебные комплекты программ «1С», что является необходимой базой для подготовки востребованных ИТ-кадров в ЧувГУ [14].

Факультеты ЧувГУ ведут подготовку специалистов для разных отраслей экономики, но одинаково заинтересованы в том, чтобы получаемое студентами вуза образование соответствовало актуальным требованиям и современным потребностям рынка труда, и в том числе отличалось качественным формированием цифровых компетенций, компетенций в области разработки и реализации проектов, деловой коммуникации. В ЧувГУ большое внимание

\* Иванов В. В новой лаборатории ЧГУ будут растить высококлассных айтишников. *Советская Чувашия*. 21.03.2022. <http://sovch.chuvashia.com/?p=247604>

\*\* Соглашение о стратегическом партнерстве с ЧГУ им. И. Н. Ульянова. *1с.student*. 18.03.2022. <https://www.student.1c.ru/news/soglasheniya-o-strategicheskom-partnerstve-s-chgu-im-i-n-ulyanova.html>

\*\*\* Кристина Майнина приняла участие в открытии Межфакультетской базовой лаборатории 1С в ЧувГУ им. И. Н. Ульянова. *Министерство цифрового развития, информационной политики и массовых коммуникаций Чувашской Республики*. 08.09.2022. <https://digital.cap.ru/news/2022/09/08/kristina-majnina-prinyala-uchastie-v-otkritii-mezh>

уделяется установлению и поддержанию эффективного всестороннего сотрудничества с предприятиями и организациями Чувашской Республики и Российской Федерации, заинтересованными в совместной деятельности в области науки и подготовки кадров.

Лаборатория стала учебно-научно-производственным структурным подразделением ЧувГУ, обеспечивающим проведение учебной, методической, научно-исследовательской и воспитательной работы совместно с фирмой «1С» и ЛСВЦ.

Главные задачи лаборатории следующие:

- комплексное взаимодействие в образовательной, научной и инновационной сферах с организацией — стратегическим партнером ЧувГУ;
- реализация программы подготовки кадров в интересах ЛСВЦ, в том числе целевая подготовка специалистов;
- привлечение к учебному процессу высококвалифицированных работников ЛСВЦ;
- участие специалистов ЛСВЦ в аттестации обучающихся (промежуточной, итоговой), экспертизе и оценке результатов проектной деятельности обучающихся и сотрудников университета;
- проведение на базе организации практической подготовки обучающихся ЧувГУ, позволяющей приобрести профессиональные умения и навыки в области 1С по выбранному направлению;
- проведение стажировок на базе ЛСВЦ для преподавателей ЧувГУ и повышение квалификации работников ЛСВЦ на базе ЧувГУ;
- проведение совместных научно-исследовательских и научно-практических работ;
- содействие в трудоустройстве выпускников ЧувГУ на вакантные должности ЛСВЦ и организаций-партнеров компании «1С» и др. [14].

#### 4. Направления работы межфакультетской лаборатории 1С в 2022 году

Несмотря на то, что после подписания Соглашения о сотрудничестве прошел всего один год, сотрудниками лаборатории и обучающимися ЧувГУ были решены значимые задачи и достигнуты конкретные результаты. В рамках выполнения дорожной карты сотрудники ЛСВЦ проводят еженедельные занятия на двух факультетах ЧувГУ. В учебный процесс вуза внедрены образовательные блоки 1С, проведены мастер-классы по направлениям «Среда 1С и бизнес-аналитика», «Использование прикладных решений 1С», «Знакомство с возможностями платформы 1С», «Добавление внешней обработки на управляемых формах 1С» и др. Проведение этих занятий в первую очередь направлено на расширение практических знаний студентов, содействие трудоустройству обучающихся и выпускников вуза\*.

Уже традиционными стали экскурсии в компанию для студентов университета, ознакомление с работой отделов и центров ЛСВЦ. Это позволяет обучающимся определиться с местом прохождения производственной практики. Между ЛСВЦ и ЧувГУ не первый год действуют договоры о практической подготовке. Благодаря этому студенты 3-го и 4-го курсов, приобретая наставника, активно включаются в реальные производственные процессы. Компания принимает также активное участие в профориентационной работе трех факультетов ЧувГУ. По итогам 2022 года более 40 человек прошли практику в компании, трое по ее итогам были трудоустроены, четыре студента проходят стажировку с последующим принятием на работу. Восемнадцать студентов успешно сдали экзамен и получили сертификат «1С:Профессионал» [14].

Еще одним важным направлением сотрудничества ЧувГУ и ЛСВЦ является обучение студентов по целевому договору, что позволяет молодым людям заранее определиться с профессиональной деятельностью [15, 16]. В 2022 году в рамках работы лаборатории пять 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. Система взаимодействия участников договора о целевом обучении представлена на рисунке 1.

Следующим результативным направлением совместной работы является участие межфакультетской лаборатории 1С в ярмарках вакансий вуза, проведение мероприятия «День 1С:Карьеры», важного для студентов и выпускников технических и экономических специальностей, с привлечением курирующих органов власти региона, чувашских партнеров и работодателей в области 1С\*\*.

Современные технологии 1С востребованы не только среди студентов, но и среди преподавателей ЧувГУ. Под кураторством лаборатории в рамках образовательной программы «Легкий старт» педагоги и сотрудники университета проходят обучение по таким программам, как:

- «Программирование на платформе “1С:Предприятие 8.3”»;
- «1С:ERP. Управление предприятием 2»;
- «1С:Управление нашей фирмой»;
- «1С:Документооборот» [17].

В результате слушатели программы не только приобретают навыки работы с технологиями и продуктами «1С», но и получают методическую и консультационную поддержку по встраиванию сертифицированных курсов и материалов фирмы «1С» в учебный процесс. По итогам обучения участникам программы выдаются удостоверения о по-

\*\* «День 1С:Карьеры»: ведущие ИТ-компании приглашают студентов ЧувГУ на работу. *Портал органов власти Чувашской Республики*. 26.11.2022. <https://cap.ru/news/2022/11/26/denj-1s-karjeri-veduschie-it-kompanii-priglashtayut>

\* Mineev A. I. Технологии 1С востребованы среди студентов и преподавателей университета. *Ульяновец*. 17.06.2022. <http://ulianovets.chuvsu.ru/newspaper/1402/>



Рис. 1. Система взаимодействия участников договора о целевом обучении

Fig. 1. The system of interaction between the parties to the agreement on targeted training



Рис. 2. Применение программы «Легкий старт» для совершенствования учебного процесса

Fig. 2. Application of the "Easy Start" program to improve the educational process

вышении квалификации (фирма «1С», г. Москва). В результате 41 преподаватель и сотрудник ЧувГУ повысил квалификацию в области технологий 1С. Программа «Легкий старт» создает условия для образовательных организаций по обучению современным информационным технологиям и продуктам «1С» (рис. 2), интеграции учебных материалов

и сертифицированных курсов фирмы «1С» в учебный процесс, подготовке компетентных специалистов для современной информационно-цифровой среды и цифровой экономики\*.

\* О проекте. «Легкий старт». Бесплатное обучение преподавателей и учителей. <https://kpk.1c.ru/info/>

## 5. Выводы

Проведенная в 2022 году работа позволяет сформировать планы для реализации поставленных задач на будущий период:

- расширение охвата дисциплин и студентов по обучению технологиям 1С;
- подготовка выпускных квалификационных работ на конкурс, проводимый фирмой «1С»;
- участие в проведении студенческой олимпиады по программированию вместе с факультетом информатики и вычислительной техники ЧувГУ;
- организация всероссийской научно-практической конференции «Технологии 1С: эффективное управление, импортозамещение, подготовка кадров» и др.

Подводя итог вышесказанному, можно утверждать, что создание межфакультетской базовой лаборатории 1С в ЧувГУ позволяет выработать новый формат сотрудничества между высшим учебным заведением и предприятием. Это позволяет готовить кадры для предприятий ИТ-отрасли на более высоком уровне, в формате практико-ориентированного обучения студентов и с опорой на решение прикладных задач.

### 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: RJWQPQU

[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: RJWQPQU]

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. 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]

4. Замытин 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 specialists. *Higher Education in Russia*. 2022;31(2):119–134. (In Russian.) EDN: CIFFXO. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-2-119-134]

5. Дуго С. М., Нуралиев Б. Г. Особенности взаимодействия индустрии информационных технологий с системой образования в эпоху цифровой экономики. *Информатика и образование*. 2019;(3):5–16. EDN: ZEUWBF. 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):5–16. (In Russian.) EDN: ZEUWBF. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-3-5-16]

6. 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]

7. 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

8. Федина Н. В., Бурмыкина И. В., Комков А. А., Кретов Д. В. Влияние результатов проекта модернизации педагогического образования на развитие региональной образовательной системы. *Психологическая наука и образование*. 2018;23(1):46–51. EDN: YUDRPE. DOI: 10.17759/pse.2018230104

[Fedina N. V., Burmykina I. V., Komkov A. A., Kretov D. V. The project of modernization of teacher education: effects on the development of regional educational system. *Psychological Science and Education*. 2018;23(1):46–51. (In Russian.) EDN: YUDRPE. DOI: 10.17759/pse.2018230104]

9. 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):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):20–21. (In Russian.) EDN: RTFBST]

10. Кодолова И. А., Степанова Ю. В., Фесина Е. Л. Инновационная модель подготовки экономистов на базе современных информационных технологий. *Казанская наука*. 2016;(10):38–40. EDN: XADZDZ

[Kodolova I. A., Stepanova Yu. V., Fesina E. L. Innovative model of training economists based on modern information technologies. *Kazan Science*. 2016;(10):38–40. (In Russian.) EDN: XADZDZ]

11. Бузюков Л. Б., Окунева Д. В., Власюк Ю. С. Целевая подготовка специалистов путем создания базовых кафедр (на примере взаимодействия СПбГУТ и компаний «1С:Север-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 "1C: 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]

12. Калачев В. Ю. Система взаимодействия «Сообщества 1С» с учебными заведениями: взгляд заведующего базовой кафедрой ЮФУ. *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;1:612–614. EDN: YVGPJR

[Kalachev V. Yu. System of interaction between 1C and education institutions: An opinion of the head of 1C specialized department in SFedU. *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;1:612–614. (In Russian.) EDN: YVGPJR]

13. Григорьева И. И., Масюра Р. М. Результаты работы базовой кафедры автоматизации бизнес-процессов (на платформе «1С:Предприятие 8») ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет». *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;1:470–472. EDN: YMYDUZ

[Grigorieva I. I., Masura R. M. Results of the work of the department of business process automation (1C: Enterprise 8) of Tyumen State University. *New Information Technologies in Education. Proc. XVIII Int. Scientific and Research Conf. "1C Technologies Application for Digital Economy Competence Development"*. Moscow, 1C-Publishing, 2018;1:470–472. (In Russian.) EDN: YMYDUZ]

14. Минеев А. И., Щипцова А. В., Мандракова М. В. Создание межфакультетской базовой лаборатории 1С Чувашского государственного университета им. И. Н. Ульянова: опыт взаимодействия компании-работодателя и вуза. *Новые информационные технологии в образовании. Сборник научных трудов XXIII Международной научно-практической конференции «Технологии 1С для развития образования, мировых и отечественных практик автоматизации бизнеса»*. М.: 1С-Паблишинг; 2023:168. Режим доступа: <https://educonf.1c.ru/conf2023/thesis/11611/>

[Mineev A. I., Shchiptsova A. V., Mandrakova M. V. Creating an interfaculty 1C base laboratory in the Chuvash State University: Experience of interaction between the company-employer and the university. *New Information Technologies in Education. Proc. XXIII Int. Scientific and Practical Conf. "1C technologies for the development of education, world and domestic practices of business automation"*. Moscow, 1C-Publishing; 2023:168. (In Russian.) Available at: <https://educonf.1c.ru/conf2023/thesis/11611/>

15. 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. On the question of improving mechanisms of targeted training of medical students. *Higher Education in Russia*. 2017;(12):46–53. (In Russian.) EDN: ZXJGFL]

16. 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]

17. Скороварова Э. В. Интеграция курсов «1С» в основные образовательные программы в рамках акции «Программировать с «1С» — легкий старт!». *Информатика и образование*. 2018;(3):22–23. EDN: XQYCHZ

[Skorovarova E. V. Integration of 1C courses into the main educational programs within the campaign "Programming with 1C — easy start!". *Informatics and Education*. 2018;(3):22–23. (In Russian.) EDN: XQYCHZ]

#### Информация об авторах

**Минеев Алексей Игоревич**, канд. ист. наук, заведующий межфакультетской базовой лабораторией 1С, Чувашский государственный университет им. 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 студентами, фирма «1С», г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0003-8438-2279>; *e-mail*: [ashar@1c.ru](mailto:ashar@1c.ru)

**Щипцова Анна Владимировна**, канд. пед. наук, доцент, декан факультета информатики и вычислительной техники, Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3449-7276>; *e-mail*: [avs\\_ivt@list.ru](mailto:avs_ivt@list.ru)

**Мандракова Марина Владимировна**, директор, ООО «Лидер софт — внедренческий центр», г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1541-894X>; *e-mail*: [marina@lidersoft21.ru](mailto:marina@lidersoft21.ru)

#### Information about the authors

**Aleksey 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 Working 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)

**Anna V. Shchiptsova**, Candidate of Sciences (Education), Docent, Dean of the Faculty of Informatics and Computer Engineering, I. N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, The Chuvash Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3449-7276>; *e-mail*: [avs\\_ivt@list.ru](mailto:avs_ivt@list.ru)

**Marina V. Mandrakova**, Director, LLC "Leader Soft — Implementation Center", Cheboksary, The Chuvash Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1541-894X>; *e-mail*: [marina@lidersoft21.ru](mailto:marina@lidersoft21.ru)

*Поступила в редакцию / Received*: 17.03.23.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 22.04.23.

*Принята к печати / Accepted*: 25.04.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-31-41

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ НА ОСНОВЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦИФРОВОГО СЛЕДА LMS MOODLE

Р. В. Есин<sup>1</sup>, Т. А. Кустицкая<sup>1</sup> ✉, М. В. Носков<sup>1</sup><sup>1</sup> Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

✉ tkustitskaya@sfu-kras.ru

## Аннотация

Одной из важных задач учебной аналитики является прогнозирование сохранности состава обучающихся. В международном пространстве решению этой задачи в системе высшего образования посвящено множество исследований, имеется положительный опыт внедрения сервисов поддержки успешности обучения в вузах. Анализ литературы показывает повышение интереса к этой задаче у российского научно-педагогического сообщества. При этом специфика российского образования не дает возможности прямого переноса зарубежного опыта в отечественную образовательную систему.

В исследовании было выявлено, что значительный вклад в прогнозирование сохранности численности обучающихся могут внести модели прогнозирования успеваемости по отдельным предметам учебного плана. Авторами предложена структурная модель системы прогнозирования успеваемости по дисциплине, которая включает в себя универсальную модель на основе обобщенных показателей цифрового следа, предметную модель, учитывающую особенности обучения по конкретной дисциплине, и модель на основе образовательного профиля обучающегося.

В ходе эмпирического исследования по универсальным показателям цифрового следа студентов из LMS Moodle было обучено несколько моделей раннего прогнозирования успешности промежуточной аттестации и проведен анализ их качества. Наиболее точной моделью, особенно в первой половине семестра, оказался ансамбль-усреднение моделей логистической регрессии, случайного леса и градиентного бустинга. Был сделан вывод об эффективности универсальных моделей для раннего выявления студентов с проблемами в обучении по дисциплине, определены направления дальнейшего совершенствования универсальной модели прогнозирования успеваемости и сформулированы условия для масштабирования предложенного подхода по созданию системы прогнозирования успешности обучения другими образовательными учреждениями.

**Ключевые слова:** учебная аналитика, анализ образовательных данных, сохранность контингента студентов, успешность обучения, цифровой след, LMS Moodle, прогнозирование успеваемости, машинное обучение, ансамбль моделей.

## Для цитирования:

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

---

# PREDICTING ACADEMIC PERFORMANCE IN A COURSE BY UNIVERSAL FEATURES OF LMS MOODLE DIGITAL FOOTPRINT

R. V. Esin<sup>1</sup>, T. A. Kustitskaya<sup>1</sup> ✉, M. V. Noskov<sup>1</sup><sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

✉ tkustitskaya@sfu-kras.ru

## Abstract

Student retention prediction is one of the most important problems of learning analytics. In the global scope research on the topic for higher education is rather extensive, there are cases of successful implementation of education support services in universities. The literature analysis shows of the growing interest in this problem in the Russian scientific and pedagogical community. At the same time, the specifics of Russian education does not allow direct transfer of foreign experience into the domestic educational system.

The study reveals that a significant contribution to predicting student retention can be made by models for predicting academic performance in educational courses of the curriculum. The authors propose a structural model of a system for predicting academic performance, which includes a universal model based on generalized indicators of the digital footprint, a course-based model that takes into account the specifics of learning in a particular discipline, and a model based on the student's educational profile.

In the empirical study we trained 5 models for early prediction of interim assessment grades based on the universal indicators of the LMS Moodle student digital footprint. The most accurate model, especially in the first half of the semester, turned out to be ensemble-averaging models of logistic regression, random forest and gradient boosting. It was found that universal models are effective for detection of at-risk students in the discipline, the directions for further improvement of the universal model of performance prediction were determined and conditions for scaling the proposed approach to create a prognostic system for student retention to other educational institutions were formulated.

**Keywords:** learning analytics, educational data analysis, student retention, learning success, digital footprint, LMS Moodle, performance prediction, machine learning, model ensemble.

**For citation:**

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

## 1. Введение

С 2000-х годов в научно-педагогическом сообществе заметно вырос интерес к учебной аналитике — мультидисциплинарной области знаний, в которую входит «измерение, сбор, анализ и обобщение данных об обучающихся и их окружении с целью понимания и оптимизации образовательной среды и образовательного процесса» [1].

Одной из важных задач учебной аналитики является прогнозирование успешности обучения по образовательным данным. Исследования в этой области проведены преимущественно для высшего образования. Только за 2022 год в зарубежной литературе появилось 116 статей по теме учебной аналитики, посвященных вопросу прогнозирования успешности обучения студентов (по ключевым словам «dropout», «student performance», «learning analytics») и индексируемых в международной наукометрической базе Scopus. При этом в результате поиска на платформе eLibrary за 2022 год нами было найдено всего 14 русскоязычных статей (или статей с аннотацией на русском языке), посвященных этой задаче, находящихся в открытом доступе и индексируемых в ВАК, WoS, Scopus или RSCI. Анализ зарубежных и отечественных публикаций в области учебной аналитики показывает, что прогнозированию успешности обучения в России пока уделяется недостаточное внимание.

Заметим, что несмотря на всю ценность международного опыта, отличия между образовательными системами в России и за рубежом часто не дают возможности прямого переноса поставленных задач учебной аналитики и методов их решения из одной системы в другую.

Во-первых, это отличия в построении образовательных программ. В частности, существенным является то, что российские студенты менее свободны в выборе индивидуальной траектории обучения [2]. Во-вторых, в российской системе высшего образования к студентам, особенно младших курсов, часто относятся как к детям, которых необходимо убеждать в необходимости учиться. В зарубежных вузах преобладающая идея состоит в том, что студент сам отвечает за свое образование (стоит отметить, что за рубежом обучение в основном платное). Это приводит к существенным различиям в уровнях внутренней и внешней мотивации к академической деятельности, что находит отражение в мотивах

и целях обучающихся в образовательном процессе, в стратегиях реагирования на неудачи и в наличии/отсутствии настойчивости [3]. В-третьих, существует отличие в восприятии приемлемых сроков обучения. В ряде зарубежных статей, например [4], студент считается успешным, если он завершает обучение в вузе с задержкой в один или два года.

В настоящее время не существует общепринятого определения понятия «успешность обучения» [5]. Это связано с разницей представления об успехе у самих обучающихся, педагогов и остальной части социума [6]. Критериями успешности обучения могут выступать такие показатели, как высокая оценка по дисциплине, получение аттестата или диплома об окончании обучения, удовлетворенность результатами своего обучения, конкурентоспособность на рынке труда и сформированность профессиональных компетенций [7].

Среди проанализированных нами источников около 70 % статей посвящено прогнозированию риска академической неуспешности студентов, что подразумевает или риск, связанный с возможностью не сдать вовремя конкретный предмет учебного плана, или риск, связанный с неполучением диплома (степени). При этом задачи по прогнозированию второго типа риска более распространены. В отдельных зарубежных вузах уже значительное время существуют прогностические системы, которые оценивают риск студента остаться без диплома [8–10]. Например, в [11] указаны успешно работающие прогностические системы в государственном исследовательском университете США — Висконсинском университете в Мадисоне (University of Wisconsin-Madison) [12], а также в общественном исследовательском университете США — университете Пердью штата Индианы (Purdue University) [13], испанском университете UDIMA в Мадриде [14] и Миланском политехническом университете (Politecnico di Milano) [15].

Как отмечается в работе [16], «досрочное прекращение учебы в вузе считается важным показателем для измерения социальной мобильности и отражения социальной роли университетского образования». Отчисление студентов приводит к нехватке квалифицированного человеческого капитала, а значит, мешает эффективному экономическому развитию страны. Завершение учебы студентов в срок важно и для российских вузов, так как их финансовое благополучие во многом зависит от сохранения числа

обучающихся. Возможно, что прогностические системы отсева обучающихся создаются и развиваются в России прямо сейчас, однако серьезных научных исследований по этой теме обнаружить не удалось. Поэтому отметим *создание научно обоснованной прогностической системы сохранности контингента обучающихся в вузе в условиях российского образования* как одну из актуальных и наиболее остро стоящих задач российского сегмента учебной аналитики.

Отчисление российских студентов, обучающихся за счет средств бюджета, происходит главным образом в связи с академическими задолженностями (отчисления по собственному желанию, по состоянию здоровья, в связи с неоплатой обучения и прочим причинам бывают значительно реже). Поэтому вполне очевидно, что значительный вклад в прогноз отчисления из вуза могут внести прогнозы успешности аттестации по дисциплинам учебного плана. Важно, что возникающие у студента проблемы с обучением можно заметить на ранних этапах именно на уровне отдельных дисциплин по его текущей успеваемости и образовательному поведению. Поэтому *в российских реалиях модель прогнозирования успеваемости по дисциплине будет являться одной из важнейших составляющих системы прогнозирования сохранности контингента обучающихся вуза*.

В нашей работе рассматривается проблема построения моделей прогнозирования успешности по дисциплине, позволяющих в динамике (например, еженедельно в течение семестра) выявлять студентов с повышенным риском неаттестации по дисциплине. Всюду далее *под успешностью обучения будем понимать получение обучающимся положительной итоговой оценки по дисциплине*.

## 2. Материалы и методы

Методологическую базу исследования составил комплекс теоретических и эмпирических методов. Выявление существующих подходов и проблем в области прогнозирования успешности обучения основывалось на теоретических методах контент-анализа и сравнительно-сопоставительного анализа научной литературы. Для построения структурной модели системы прогнозирования успешности обучения по дисциплине использовались методы систематизации, анализа и синтеза.

Для проведения эмпирического исследования были использованы образовательные данные, полученные с платформы электронного обучения Сибирского федерального университета (СФУ) «еКурсы» и из информационной системы вуза АИС ИКИТ. Для построения по этим данным моделей прогнозирования успешности обучения и их анализа использовались методы разведочного и корреляционного анализа данных, методы машинного обучения (различные методы классификации и ансамблирования моделей), методы оценки качества прогнозирования.

## 3. Результаты

### 3.1. Система прогнозирования успешности обучения и ее составляющие

Для прогнозирования успешности обучения можно использовать как данные цифровой образовательной истории [17], так и данные цифрового образовательного профиля обучающегося.

Проблема заключается в том, что несмотря на активную цифровизацию, ведущуюся в российских вузах, далеко не все показатели образовательной истории и образовательного профиля студента собираются информационными системами университетов. Например, выявление различных психологических характеристик обучающихся обычно не проводится массово с сохранением результатов в базах данных в цифровом виде. Информация о психологических характеристиках студентов (мотивации обучающегося, его дисциплинированности, усидчивости и упорстве в обучении), с одной стороны, может быть весьма полезна для решения задачи прогнозирования успешности обучения; с другой стороны, сбор и анализ такой информации сопряжен с большой дополнительной организационной, технической и исследовательской работой.

При этом некоторые компоненты цифровой образовательной истории во многих вузах уже вполне эффективно собираются и хранятся. Это прежде всего данные о ходе текущего образовательного процесса. В случае, если в учебном заведении используются LMS для организации электронного обучения, то их встроенный функционал обеспечивает сбор цифрового следа студентов на электронной платформе [18, 19]. Эти данные содержат разнообразные характеристики обучения студента в рамках электронного курса: его баллы, переходы по ссылкам внутри курса, время, проведенное на страницах курса, и т. п. Поскольку свежие данные цифрового следа можно получать в любое время, использование их для текущего мониторинга учебной деятельности студентов и раннего прогнозирования успешности аттестации по дисциплине выглядит перспективным.

Возникают следующие вопросы:

- Можно ли в условиях дефицита образовательных данных той или иной природы эффективно прогнозировать успешность обучения?
- Каким образом организовать работу по созданию такой системы прогнозирования?

Учитывая трудоемкость получения разного типа образовательных данных, мы считаем наиболее перспективным формат прогнозной системы в виде конструктора, где отдельными составляющими будут модели, построенные по данным разной природы. На рисунке 1 представлена возможная структурная модель системы прогнозирования успешности обучения по дисциплине.

В предлагаемой нами системе прогнозирования успешности обучения по дисциплине в вузе выделены следующие основные компоненты: модель на основе



Рис. 1. Структурная модель системы прогнозирования успешности обучения по дисциплине

Fig. 1. Structural model of the system for predicting learning success in a course

образовательного профиля, универсальная модель и предметная модель.

*Образовательный профиль* включает в себя всю информацию, которую хранит информационная система вуза о конкретном обучающемся:

- данные социального профиля обучающегося (его пол, возраст, гражданство, место проживания, образование родителей и т. д.);
- его психологические характеристики (перцептивная модальность, уровень мотивации и др.);
- общеобразовательные данные (код укрупненной группы направлений подготовки, баллы ЕГЭ при поступлении, форма обучения, данные о школьных достижениях и т. д.);
- накопленные данные цифровой истории в вузе (информация из зачетной книжки, сведения об академических задолженностях и т. д.).

Второй составляющей системы прогнозирования является *универсальная модель*. Она включает в себя самые общие (универсальные) характеристики обучения, которые можно получить из цифрового следа обучающегося в электронной среде. Данные о деятельности обучающегося в электронном курсе

и результативности этой деятельности выступают обобщенными показателями успешности обучения по дисциплине. Такими показателями можно считать сведения о просмотрах элементов электронного курса, о выполнении заданий, тестов и лабораторных работ, количественную информацию о набранных баллах в электронном курсе, а также различные производные от этих показателей (прирост показателей за определенный промежуток, количество недель неактивности в курсе и т. д.).

Для учета особенностей отдельной дисциплины можно строить уточненные модели, которые мы будем называть предметными. Признаки *предметной модели* допускают более тонкий подбор элементов и настройку с учетом педагогического дизайна дисциплины, формируемых результатов обучения и уникальных для конкретной дисциплины показателей.

Итоговый прогноз должен строиться по прогнозам отдельных моделей, уже созданных к данному моменту. Совокупность трех моделей системы прогнозирования успешности обучения по дисциплине позволит достичь компромисса между точностью и масштабируемостью модели: с одной стороны, мо-

дель, построенная для одной дисциплины, будет давать наиболее точные прогнозы, однако такую модель не получится перенести на другую дисциплину из-за уникальности образовательного процесса. С другой стороны, универсальная модель, как и модель на основе образовательного профиля, скорее всего, не позволит достичь высокой точности прогноза.

Технически это можно организовать в виде ансамбля-стекинга, на вход которого в качестве независимых переменных подаются прогнозы, полученные отдельными моделями. Ожидается, что с увеличением числа построенных моделей и, соответственно, с увеличением числа предикторов для ансамбля-стекинга качество итогового прогнозирования будет расти.

### 3.2. Эмпирическое исследование по построению и анализу прогнозных моделей

В ходе эмпирического исследования авторы разработали универсальную модель прогнозирования успешности обучения по дисциплине на основе данных цифрового следа и оценили точность этой модели.

Набор данных для исследования представляет собой цифровой след 525 студентов 1-го, 2-го и 3-го курсов СФУ по нескольким направлениям подготовки: «Металлургия», «Информатика и вычислительная техника», «Информационные системы и технологии», «Информационная безопасность», «Компьютерная безопасность» и «Прикладная математика».

Основными источниками цифрового следа в LMS Moodle являются журнал оценок и журнал событий, содержащий информацию обо всех действиях обучающегося в электронном курсе, которые можно условно разделить на два вида: активные и пассивные. Активными действиями в курсе будем считать действия, приводящие к изменению текущей оценки пользователя или к появлению нового контента (завершение попытки тестирования, представление ответа на задание, создание записи на форуме и т. д.). Пассивные действия в курсе выражаются в просмотре различных элементов или ресурсов: такие события создаются, если пользователь просмотрел файл, зашел на форум или открыл чат.

Данные об успеваемости и активности в электронной среде еженедельно извлекались из журналов оценок и журналов событий электронных курсов по дисциплинам «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Базовая математика», «Теория вероятностей» и «Математическая статистика». Данные проходили предварительную обработку, и для каждого обучающегося еженедельно определялись следующие показатели:

- число просмотров элементов курса;
- число активных действий в электронном курсе;
- текущие баллы за электронный курс.

После экзаменационной сессии набор данных был дополнен информацией о результатах промежуточной аттестации по этим дисциплинам: успешным прохождением аттестации считались оценки «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично» за экзамен

или получение «зачтено», неуспех — это «неудовлетворительно», «не зачтено» или «неявка».

Прогнозирование успешности аттестации по дисциплине представляет собой задачу бинарной классификации, для решения которой нами были опробованы разные модели. В качестве отклика в моделях выступает переменная **итог** (0 — студент успешно прошел аттестацию в сессию, 1 — студент не аттестован), а список предикторов включает в себя следующие переменные:

- номер учебной недели (переменная *week*);
- текущие баллы по электронному курсу накопительным итогом (*grade*);
- число просмотров элементов электронного курса накопительным итогом (*clicks*);
- число активных действий в электронном курсе накопительным итогом (*action*);
- приращения за 1-ю и за 2-ю недели в баллах по электронному курсу (*delta\_1\_grade*, *delta\_2\_grade*);
- приращения за 1-ю и 2-ю недели в числе просмотров элементов электронного курса (*delta\_1\_clicks*, *delta\_2\_clicks*);
- приращения за 1-ю и 2-ю недели в числе активных действий в электронном курсе (*delta\_1\_action*, *delta\_2\_action*).

Все предикторы в наборе данных (кроме номера учебной недели) были нормализованы внутри учебных групп с целью достижения одинакового масштаба показателей цифрового следа для всех задействованных электронных курсов. Это позволило уменьшить влияние разного дизайна электронных курсов и методик преподавания на показатели успеваемости и активности в электронной среде.

Предикторы в данной задаче сильно связаны между собой, что вообще характерно для цифрового следа обучающихся [20]. Так, матрица корреляций (рис. 2) показывает сильную линейную зависимость между переменными *grade*, *clicks* и *action* (парные корреляции от 0,68 до 0,78).

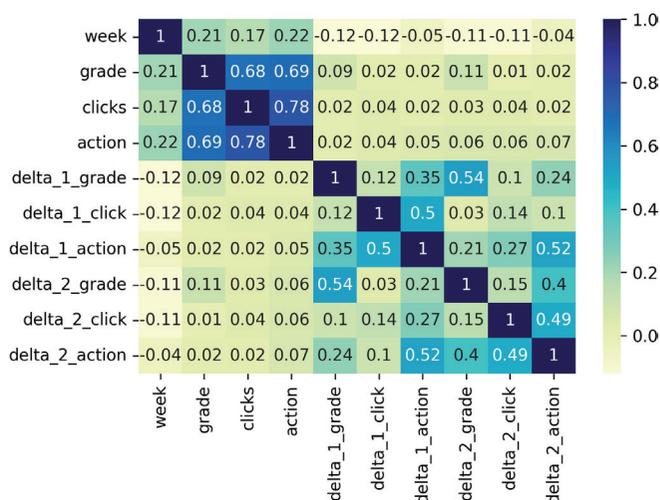


Рис. 2. Корреляционная матрица предикторов

Fig. 2. Correlation matrix for predictors

В такой ситуации использовать простые линейные модели классификации нежелательно из-за негативных эффектов мультиколлинеарности, поэтому выбор был сделан в пользу моделей, построенных на деревьях решений (метод случайного леса (Random Forest)), классификатор на основе градиентного бустинга XGBoost), которые являются устойчивыми к мультиколлинеарности, гибкими для учета связей между всеми переменными и в значительной степени интерпретируемыми благодаря обобщенным показателям важности предикторов (например, Node Impurity). Также была обучена модель логистической регрессии (Logistic Regression) с регуляризацией и различные ансамбли из Random Forest, XGBoost и Logistic Regression.

Качество обученных моделей оценивалось на отложенных выборках с помощью метрик *accuracy*, *precision*, *recall* и *F1-score*. В качестве критерия для выбора лучшей модели была использована метрика *F1-score*, которая оценивает качество распознавания класса 1 (студенты, имеющие проблемы с аттестацией), учитывая как долю выявленных объектов класса 1, так и долю верно отнесенных к классу 1 объектов.

На рисунке 3 представлены графики изменения метрики *F1-score* с 1-й по 18-ю недели семестра для четырех классификаторов. Лучшее качество прогнозирования демонстрирует *Ensemble* (ансамбль-усреднение классификаторов Random Forest, XGBoost и Logistic Regression с регуляризацией L1). Особенно заметно его преимущество в первой половине семестра, когда поддержка отстающих студентов может быть наиболее эффективной. Начиная с 7-й недели обучения, *F1-score* превышает 70 %, начиная с 11-й недели — 75 %, начиная с 16-й недели — 80 %.

Модель *Ensemble* (как прогнозирующая наиболее точно, начиная с ранних этапов) была выбрана для дальнейшей работы: планируется еженедельно осу-

ществлять сбор данных с ЭИОС и проводить прогноз с помощью этой модели. Таким образом, к концу каждой недели семестра для каждого студента будет вычисляться вероятность быть неаттестованным по дисциплине. Эту информацию можно предоставлять как самим студентам через персональные дашборды учебной аналитики, так и администрации вуза и преподавателям на сводных панелях аналитики.

Динамику прогнозов для группы студентов можно визуализировать с помощью таблицы, в которой ячейки, соответствующие прогнозам для студента с номером *ID* на неделе *week\_n*, будут раскрашены в зависимости от вероятности быть не аттестованным в сессию: низкие вероятности будут соответствовать оттенкам зеленого (благоприятный прогноз), а высокие — оттенкам красного (неблагоприятный прогноз). На рисунке 4 представлена часть такой таблицы, соответствующая студентам, успешно сдавшим экзамен или зачет, а на рисунке 5 — соответствующая студентам, не аттестованным в сессию. Видно, что у аттестованных в сессию студентов таблица раскрашена в основном в оттенки зеленого, а у неаттестованных — в оттенки красного, причем ближе к концу семестра столбцы таблиц становятся более зелеными (для аттестованных студентов) и более красными (для неаттестованных), т. е. уверенность в соответствующем прогнозе возрастает.

Подобные таблицы позволяют легко выявить студентов, хорошо занимавшихся в течение семестра, но не аттестованных в сессию. Так, например, на рисунке 5 строка с прогнозами для студента с ID=45 раскрашена в оттенки зеленого, и вероятность не пройти аттестацию, согласно цвету ячеек, очень мала. Однако этот студент не явился на экзамен, в результате чего и попал в группу неуспешных по дисциплине. Подобные ситуации требуют отдельного изучения и внимания со стороны сотрудников учебного отдела и преподавателей.

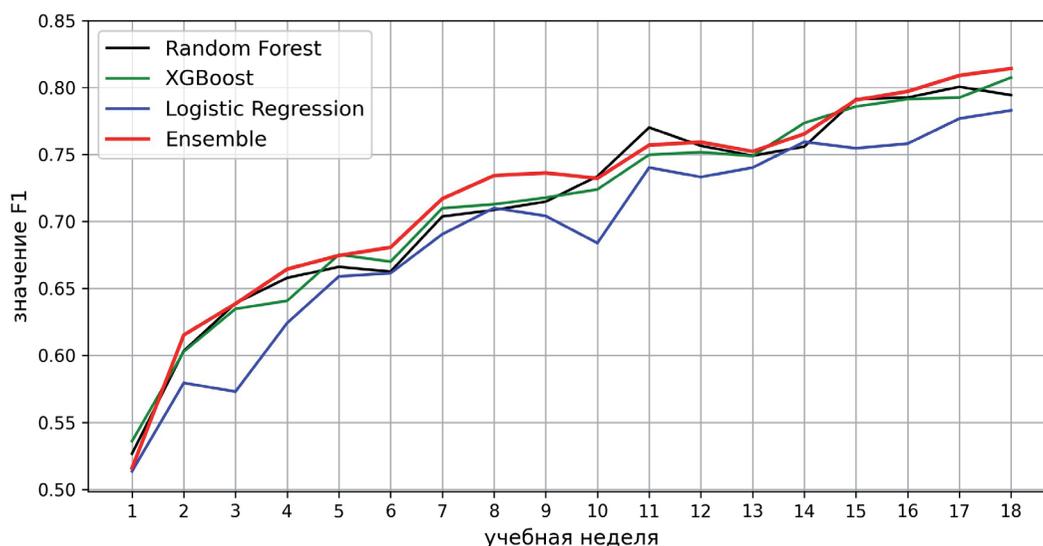


Рис. 3. Динамика изменения значений метрики *F1-score* для классификаторов: Random Forest, XGBoost, Logistic Regression и Ensemble

Fig. 3. Dynamics of *F1-score* values for the classifiers: Random Forest, XGBoost, Logistic Regression and Ensemble

ID	week1	week2	week3	week4	week5	week6	week7	week8	week9	week10	week11	week12	week13	week14	week15	week16	week17	week18
73	0.65	0.31	0.35	0.02	0.02	0.09	0.14	0.10	0.11	0.07	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05
1190	0.65	0.26	0.18	0.14	0.22	0.16	0.20	0.11	0.05	0.07	0.20	0.16	0.21	0.12	0.16	0.13	0.15	0.13
1395	0.65	0.36	0.31	0.29	0.45	0.34	0.25	0.22	0.07	0.13	0.21	0.26	0.17	0.17	0.15	0.12	0.14	0.12
324	0.65	0.11	0.37	0.26	0.41	0.23	0.53	0.18	0.08	0.07	0.12	0.08	0.08	0.06	0.07	0.22	0.16	0.09
882	0.65	0.85	0.41	0.36	0.56	0.52	0.47	0.08	0.04	0.09	0.16	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.07
1307	0.65	0.39	0.20	0.19	0.53	0.43	0.82	0.60	0.75	0.51	0.28	0.15	0.11	0.09	0.24	0.25	0.32	0.28
805	0.65	0.34	0.59	0.21	0.38	0.57	0.45	0.39	0.23	0.07	0.09	0.13	0.06	0.11	0.19	0.12	0.10	0.25
1480	0.65	0.85	0.31	0.40	0.65	0.67	0.13	0.20	0.11	0.24	0.64	0.31	0.41	0.43	0.47	0.63	0.70	0.77
1042	0.65	0.33	0.36	0.07	0.19	0.14	0.40	0.11	0.13	0.08	0.08	0.07	0.09	0.10	0.11	0.15	0.22	0.12
761	0.65	0.26	0.26	0.27	0.38	0.16	0.15	0.23	0.53	0.46	0.15	0.16	0.09	0.09	0.08	0.11	0.19	0.13
1114	0.21	0.15	0.24	0.10	0.16	0.25	0.06	0.09	0.05	0.03	0.04	0.07	0.07	0.06	0.04	0.05	0.04	0.05
911	0.72	0.11	0.35	0.23	0.13	0.10	0.06	0.11	0.06	0.19	0.25	0.54	0.09	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05
1028	0.65	0.37	0.19	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04
549	0.65	0.64	0.55	0.12	0.10	0.15	0.14	0.30	0.15	0.18	0.19	0.31	0.30	0.08	0.12	0.28	0.08	0.12
56	0.65	0.39	0.28	0.09	0.09	0.05	0.04	0.05	0.07	0.15	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05
745	0.65	0.37	0.57	0.46	0.55	0.48	0.50	0.77	0.52	0.45	0.46	0.39	0.07	0.08	0.06	0.07	0.09	0.08
952	0.65	0.45	0.14	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04
652	0.65	0.30	0.18	0.15	0.10	0.03	0.01	0.18	0.16	0.12	0.15	0.11	0.10	0.15	0.14	0.18	0.16	0.14
778	0.65	0.73	0.65	0.64	0.48	0.32	0.60	0.59	0.44	0.28	0.45	0.39	0.28	0.24	0.14	0.20	0.08	0.13
867	0.41	0.46	0.10	0.10	0.44	0.49	0.40	0.25	0.26	0.57	0.29	0.39	0.43	0.38	0.35	0.31	0.39	0.38

Рис. 4. Понедельный прогноз успешности по дисциплине для аттестованных студентов

Fig. 4. Weekly forecast for student success in a course for attested students

ID	week1	week2	week3	week4	week5	week6	week7	week8	week9	week10	week11	week12	week13	week14	week15	week16	week17	week18
999	0.65	0.78	0.78	0.61	0.71	0.48	0.66	0.79	0.45	0.69	0.88	0.89	0.88	0.92	0.46	0.62	0.59	0.75
58	0.67	0.39	0.51	0.88	0.80	0.95	0.93	0.95	0.96	0.92	0.94	0.95	0.95	0.97	0.98	0.97	0.92	0.83
798	0.65	0.90	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.95	0.97	0.98	0.98	0.98	0.94	0.94
886	0.65	0.85	0.84	0.85	0.51	0.63	0.76	0.88	0.92	0.92	0.95	0.94	0.94	0.94	0.95	0.94	0.91	0.84
1244	0.65	0.85	0.92	0.92	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
4	0.65	0.85	0.76	0.60	0.60	0.55	0.47	0.55	0.46	0.51	0.41	0.33	0.10	0.21	0.21	0.41	0.54	0.22
1425	0.65	0.59	0.66	0.83	0.88	0.91	0.94	0.94	0.94	0.96	0.96	0.97	0.89	0.96	0.94	0.91	0.80	0.69
912	0.65	0.85	0.92	0.92	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
545	0.19	0.36	0.52	0.58	0.75	0.78	0.79	0.86	0.91	0.93	0.92	0.93	0.94	0.89	0.92	0.95	0.95	0.94
1477	0.36	0.40	0.63	0.70	0.66	0.70	0.75	0.79	0.76	0.77	0.81	0.81	0.83	0.82	0.84	0.90	0.89	0.93
468	0.17	0.30	0.43	0.52	0.41	0.66	0.77	0.82	0.85	0.80	0.91	0.90	0.91	0.94	0.93	0.92	0.93	0.93
1210	0.45	0.74	0.42	0.32	0.43	0.61	0.61	0.57	0.55	0.68	0.70	0.77	0.85	0.92	0.91	0.91	0.92	0.93
209	0.65	0.85	0.88	0.85	0.94	0.95	0.95	0.95	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.98	0.98	0.98
650	0.19	0.54	0.47	0.64	0.78	0.78	0.84	0.86	0.78	0.82	0.94	0.93	0.95	0.90	0.92	0.95	0.95	0.93
62	0.65	0.85	0.92	0.92	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
45	0.49	0.44	0.54	0.46	0.18	0.23	0.21	0.15	0.13	0.10	0.06	0.04	0.04	0.04	0.06	0.09	0.10	0.16
52	0.79	0.87	0.94	0.92	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
1330	0.44	0.48	0.71	0.37	0.41	0.62	0.47	0.53	0.58	0.75	0.85	0.88	0.84	0.89	0.91	0.92	0.93	0.90
1108	0.65	0.56	0.90	0.62	0.74	0.82	0.85	0.91	0.93	0.92	0.94	0.93	0.95	0.92	0.94	0.96	0.96	0.96
18	0.65	0.85	0.92	0.92	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98

Рис. 5. Понедельный прогноз успешности по дисциплине для неаттестованных студентов

Fig. 5. Weekly forecast for student success in a course for unattested students

Результаты эмпирического исследования позволяют сделать вывод о хорошем качестве предсказания успешности обучения с помощью моделей, построенных на основе универсальных показателей цифрового следа обучающегося. Метод ансамблирования отдельных моделей позволяет повысить качество прогноза, особенно на ранних этапах.

Благодаря точности построенной универсальной модели прогнозирования ее уже сейчас можно использовать для информирования отдельных участников образовательного процесса (преподавателей и администрации) о высоком риске неуспешности студентов определенных групп.

#### 4. Обсуждение результатов

Отметим, что для «предметных» моделей (т. е. построенных по данным цифрового следа одного электронного курса с учетом его дизайна и с использованием в качестве предикторов специфичных для дисциплины характеристик, например, баллов за определенные контрольные точки) можно добиться более высокого качества прогноза. Так, у модели выявления студентов с высоким риском неаттестации, построенной нами отдельно для дисциплины «Теория вероятностей», метрика *F1-score* на 7-й неделе составляла 86 %, на 11-й — 88 %, на 16-й — 92 % [21]. Тем не менее модель, полученная в данном исследовании, также демонстрирует неплохое качество, особенно если учесть, что задействованные курсы различаются по дизайну и доле электронного обучения в учебном процессе.

Созданные модели прогнозирования успешности обучения можно совершенствовать несколькими способами.

Во-первых, за счет увеличения числа курсов, на которых происходит сбор цифрового следа обучающихся. В обучении построенной нами модели использовались данные только курсов математической направленности, которые могут иметь определенную специфику, например:

- преобладание тестовых форм деятельности по решению задач в электронном курсе;
- преобладание элементов типа «задание» для представления лабораторных работ, комплектов задач и типовых расчетов.

Добавление в обучающую выборку данных цифрового следа других курсов (технических, инженерных, гуманитарных) поможет нивелировать эти отличия и стабилизировать прогноз модели.

Кроме того, даже курсы по одной и той же дисциплине могут существенно отличаться друг от друга из-за разницы в учебных программах и количестве часов, из-за вариативности применения преподавателями средств и методов обучения, из-за используемого формата обучения с применением электронной среды. Веб-поддержка, смешанное обучение, онлайн-обучение — все эти факторы влияют на формируемый в курсе цифровой след обучающегося, поэтому включение в процесс обучения модели большого

числа разнородных курсов должно положительно сказаться на качестве прогнозирования успешности обучения по отдельной дисциплине.

Во-вторых, качество работы модели предсказания успешности напрямую зависит от используемых предикторов. Поиск и включение в используемую модель большего числа информативных предикторов позволит повысить качество предсказания. Представленная в работе модель обучалась только на укрупненных показателях цифрового следа, фиксируемого в электронной информационно-образовательной среде СФУ. Однако их можно детализировать, рассматривая, например, не только число просмотров в целом, но и число просмотров обучающего контента, определенных типов обучающих элементов, форумов и т. п. При этом предлагаемые показатели цифрового следа являются универсальными для всех электронных курсов платформы «Курсы», что позволит масштабировать модель для применения во всем университете.

Предложенный нами подход к созданию системы прогнозирования успешности обучения может быть использован другими образовательными учреждениями при выполнении следующих условий.

**1. Развитая электронная информационно-образовательная инфраструктура вуза.** В вузе должна быть разработана и внедрена система электронного обучения, позволяющая применять дистанционные образовательные технологии [22]. Наличие такой системы является основой для автоматизированной фиксации цифрового следа обучающегося [17] и результатов учебной деятельности по дисциплине. Большого развития электронной инфраструктуры вуза можно добиться, установив такие сервисы, как личный кабинет обучающегося, корпоративный портал, доступ к научной библиотеке и другие, позволяющие фиксировать различные показатели учебной и внеучебной деятельности.

**2. Единая методология организации процесса электронного обучения.** Наличие одной лишь системы электронного обучения позволяет создать базу для сбора образовательных данных и обеспечить минимальное функционирование системы прогнозирования успешности обучения. Однако такие данные могут быть сильно зашумлены из-за вариативности дизайна электронных курсов, различий между дисциплинами и обучения с применением электронной среды. Для повышения эффективности системы прогнозирования важно обеспечить непрерывную работу преподавателя и студентов в электронном курсе по дисциплине, а также еженедельную фиксацию промежуточных результатов обучения в различных форматах (автоматизированное тестирование и оценивание преподавателем).

**3. Непрерывное повышение квалификации преподавателей в области ИКТ, электронного обучения и педагогического дизайна.** Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий требует от преподавателя

постоянной актуализации компетенций, связанных с работой в цифровой среде. Качественный дизайн электронного курса является необходимым условием получения адекватных данных цифрового следа и последующего применения этих данных в прогнозных моделях. И чем более разнородные элементы и ресурсы применяются в электронном курсе, тем более объективно цифровой след позволит определить характеристики обучающегося, влияющие на успеваемость.

**4. Непрерывная поддержка и развитие используемой системы прогнозирования успешности обучения.** После внедрения системы прогнозирования успешности обучения по дисциплине в образовательный процесс вуза начинается процесс мониторинга и совершенствования модели. На данном этапе модель будет строить предсказания для новых обучающихся, у которых мы не знаем итоговый отклик. Поэтому могут возникнуть ошибочные предсказания и могут быть выявлены новые паттерны поведения обучающихся, которые отсутствовали в наборе данных при обучении модели. После пилотного внедрения необходимо дообучить модель прогнозирования успешности на новых данных, чтобы обеспечить устойчивую производительность и надежность [23].

**5. Разработка и внедрение систем обратной связи со стейкхолдерами по итогам прогнозирования.** Система прогнозирования успешности обучения разрабатывается и внедряется в образовательный процесс для решения определенных задач, и в зависимости от этих задач необходимо представлять результаты прогнозирования заинтересованным лицам: студентам, преподавателям и администрации вуза. Одним из самых востребованных способов представления такого прогнозирования становятся дашборды учебной аналитики, или аналитические панели. Такие панели позволяют в реальном времени визуализировать для студентов как информацию об успехах в обучении по отдельным дисциплинам, так и общую вероятность отсева по учебной программе. Преподаватель получает средство мониторинга учебного процесса по определенной дисциплине и может реагировать в проблемных случаях. Администрация получает комплексную информацию о сохранности контингента вуза, о прогнозах успешности обучения отдельных студентов и групп, а также о качестве работы преподавателей [24, 25].

**6. Разработка и реализация комплекса мер поддержки студентов с проблемами в обучении.** Система обратной связи является первым этапом в создании комплекса мер по поддержке студентов. Ее основная цель — информирование, которое должно стать дополнительным стимулом для решения проблем в обучении. Информация сигнализирует о наличии проблемы, но не дает ответа на вопрос «Что с этим делать?». Если рассматривать проблему локально (внутри дисциплины), то преподаватель может предусмотреть перечень действий студента, которые позволят исправить текущую ситуацию:

выполнить дополнительные виды работ, прийти на консультацию, изучить дополнительный теоретический материал и т. д. Если рассматривать проблему глобально (на уровне вуза), требуется разработка и внедрение системы рекомендаций для поддержки обучения. Эта система в зависимости от глубины проблемы и причин, ее вызвавших, будет выполнять различные функции:

- подбирать индивидуальные траектории решения проблем для студентов;
- формировать индивидуальный образовательный план;
- оценивать уровень сформированности компетенций;
- перенаправлять обучающийся контингент на более подходящие образовательные программы.

## 5. Заключение

Модели машинного обучения, построенные на основе универсальных показателей цифрового следа, продемонстрировали хорошее качество прогноза на отложенной выборке. С одной стороны, такие показатели, как успеваемость и активность в электронной обучающей среде, фиксируются во всех современных системах управления обучением, что существенно облегчает сбор цифрового следа и не требует дополнительных программных продуктов для его извлечения. А с другой стороны, данные цифрового следа уже в первой половине семестра позволяют выявлять студентов с высоким риском неуспешности по дисциплине. Ансамбль-усреднение классификаторов Random Forest, XGBoost и Logistic Regression с регуляризацией L1 показал наилучшие результаты в эмпирическом исследовании по построению и анализу прогнозных моделей: начиная с 7-й недели обучения, метрика *F1-score* превышает 70 %, начиная с 11-й недели — 75 %, начиная с 16-й недели — 80 %.

Апробированный авторами ансамбль может стать одной из ключевых моделей в системе прогнозирования успешности обучения по дисциплине в вузе. Система прогнозирования, помимо универсальной модели, также может учитывать модель на основе образовательного профиля и предметную модель. Дальнейшее развитие системы прогнозирования основывается на сборе дополнительной информации: как об обучающемся — для построения модели на основе образовательного профиля, так и о специфических показателях предметной области дисциплины — для построения предметной модели. Совокупность трех моделей системы прогнозирования и используемых в них предикторов позволяет ожидать существенный рост качества прогноза успешности обучения по дисциплине.

Для эффективного масштабирования предложенного подхода к созданию системы прогнозирования успешности обучения выявлены необходимые условия:

- развитая электронная информационно-образовательная инфраструктура вуза;
- единая методология организации процесса электронного обучения;
- непрерывное повышение квалификации преподавателей в области ИКТ;
- непрерывная поддержка и развитие используемой системы прогнозирования;
- разработка и внедрение систем обратной связи;
- разработка и реализация комплекса мер поддержки студентов с проблемами в обучении.

#### Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ, проект № 22-28-00413.

#### Funding

This work is supported by the Russian Science Foundation under Grant No 22-28-00413.

#### Список источников / References

1. Siemens G., Gašević D. Guest editorial — learning and knowledge analytics. *Educational Technology & Society*. 2012;15(3):1–2. Available at: [https://drive.google.com/file/d/1SJQZSF0rix9\\_WZTvBtzvUL70bsLa\\_eqQ/view](https://drive.google.com/file/d/1SJQZSF0rix9_WZTvBtzvUL70bsLa_eqQ/view)
2. Арифуллина Р. У., Камушенко О. А. Анализ отечественных и зарубежных трендов индивидуализации образовательного процесса в вузе: аналитический доклад. *Вестник Мининского университета*. 2021;9(4):2. EDN: СМЕЕМЗ. DOI: 10.26795/2307-1281-2021-9-4-2  
[Arifulina R. U., Kamushenko O. A. Analysis of domestic and foreign trends of individualization of the educational process in the university: analytical report. *Vestnik of Minin University*. 2021;9(4):2. (In Russian.) EDN: СМЕЕМЗ. DOI: 10.26795/2307-1281-2021-9-4-2]
3. Гордеева Т. О., Сычев О. А., Осин Е. Н. Опросник «Шкалы академической мотивации». *Психологический журнал*. 2014;35(4):96–107. EDN: SJVWLN  
[Gordeeva T. O., Sychev O. A., Osin E. N. “Academic motivation scales” questionnaire. *Psikhologicheskii zhurnal*. 2014;35(4):96–107. (In Russian.) EDN: SJVWLN]
4. Nur N., Park N., Dorodchi M., Dou W., Mahzoon M. J., Niu X., Maher M. L. Student network analysis: A novel way to predict delayed graduation in higher education. *Artificial Intelligence in Education. AIED 2019. Lecture Notes in Computer Science*. 2019;11625:370–382. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-23204-7\_31
5. York T. T., Gibson C., Rankin S. Defining and measuring academic success. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*. 2015;20:5. DOI: 10.7275/hz5x-tx03
6. Hommel M., Egetenmeier A., Maier U. Supporting stakeholders with learning analytics to increase study success. *Utilizing Learning Analytics to Support Study Success*. Springer, Cham; 2019:37–60. DOI: 10.1007/978-3-319-64792-0\_3
7. Шапоров А. М. Прогнозирование риска отчисления как результат академической неуспешности обучающегося. *Ярославский педагогический вестник*. 2022;(1(124)):48–55. EDN: NSUCPN. DOI: 10.20323/1813-145X-2022-1-124-48-55  
[Shaporov A. M. Forecasting the risk of expulsion from the university as a result of academic failure of the student. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2022;(1(124)):48–55. (In Russian.) EDN: NSUCPN. DOI: 10.20323/1813-145X-2022-1-124-48-55]
8. Bravo-Agapito J., Romero S. J., Pamplona S. Early prediction of undergraduate Student’s academic performance in completely online learning: A five-year study. *Computers in Human Behavior*. 2021;115:106595. DOI: 10.1016/j.chb.2020.106595
9. Luis R. M. M. F., Llamas-Nistal M., Iglesias M. J. F. On the introduction of intelligent alerting systems to reduce e-learning dropout: A case study. *Smart Learning Environments*. 2022;9:29. DOI: 10.1186/s40561-022-00210-0
10. Moreira da Silva D. E., Solteiro Pires E. J., Reis A., de Moura Oliveira P. B., Barroso J. Forecasting Students Dropout: A UTAD University Study. *Future Internet*. 2022;14(3):76. DOI: 10.3390/fi14030076
11. Gašević D., Dawson S., Rogers T., Gasevic D. Learning analytics should not promote one size fits all: The effects of instructional conditions in predicting academic success. *The Internet and Higher Education*. 2016;28:68–84. DOI: 10.1016/j.iheduc.2015.10.002
12. Knowles J. E. Of needles and haystacks: Building an accurate statewide dropout early warning system in Wisconsin. *Journal of Educational Data Mining*. 2015;7(3):18–67. DOI: 10.5281/zenodo.3554725
13. Ifenthaler D., Mah D.-K., Yau J.Y.-K. Utilising learning analytics for study success: Reflections on current empirical findings. *Utilizing Learning Analytics to Support Study Success*. Springer, Cham; 2019:27–36. DOI: 10.1007/978-3-319-64792-0\_2
14. Ortigosa A., Carro R. M., Bravo-Agapito J., Lizcano D., Alcolea J. J. Blanco Ó. From lab to production: Lessons learnt and real-life challenges of an early student-dropout prevention system. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2019;12(2):264–277. DOI: 10.1109/TLT.2019.2911608
15. Mussida P., Lanzi P. L. A computational tool for engineer dropout prediction. *2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2022:1571–1576. DOI: 10.1109/EDUCON52537.2022.9766632
16. Silva J., Matos L. F. A., Mosquera C. M., Mercado C. V., González R. B., Llinás N. O., Lezama O. B. P. Prediction of academic dropout in university students using data mining: Engineering case. *Advances in Cybernetics, Cognition, and Machine Learning for Communication Technologies*. Springer, Singapore; 2020:459–500. DOI: 10.1007/978-981-15-3125-5\_49
17. Есин Р. В., Зыкова Т. В., Кустицкая Т. А., Кытманов А. А. Цифровая образовательная история как составляющая цифрового профиля обучающегося в условиях трансформации образования. *Перспективы науки и образования*. 2022;(5):566–584. EDN: OMTHCN. DOI: 10.32744/pse.2022.5.34  
[Esin P. V., Zykhova T. V., Kustitskaya T. A., Kytmanov A. A. Digital educational history as a component of the digital student’s profile in the context of education transformation. *Perspectives of Science and Education*. 2022;(5):566–584. (In Russian.) EDN: OMTHCN. DOI: 10.32744/pse.2022.5.34]
18. Шаимов Н. Д., Ломазова И. А., Мицюк А. А., Самоненко И. Ю. Анализ академической успеваемости студентов с использованием журналов событий электронной образовательной среды. *Моделирование и анализ информационных систем*. 2022;29(4):286–314. EDN: STNXMO. DOI: 10.18255/1818-1015-2022-4-286-314  
[Shaimov N. D., Lomazova I. A., Mitsyuk A. A., Samonenko I. Y. Analysis of students’ academic performance using LMS event logs. *Modeling and Analysis of Information Systems*. 2022;29(4):286–314. (In Russian.) EDN: STNXMO. DOI: 10.18255/1818-1015-2022-4-286-314]
19. Tamada M. M., Giusti R., Netto J. F. d. M. Predicting students at risk of dropout in technical course using LMS logs. *Electronics*. 2022;11(3):468. DOI: 10.3390/electronics11030468
20. Токтарова В. И., Попова О. Г. Анализ образовательных данных взаимосвязи успешности обучения и поведения студентов в цифровой образовательной среде вуза. *Информатика и образование*. 2022;37(4):54–63. EDN: ESVZJD. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63  
[Toktarova V. I., Popova O. G. An analysis of educational data on the correlation between learning success and students’

behavior in the university digital educational environment. *Informatics and Education*. 2022;37(4):54–63. (In Russian.) EDN: ESVZJD. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63]

21. Kustitskaya T. A., Kytmanov A. A., Noskov M. V. Early student-at-risk detection by current learning performance and learning behavior indicators. *Cybernetics and Information Technologies*. 2022;22(1):117–133. EDN: UD-NYJC. DOI: 10.2478/cait-2022-0008

22. Уджуху И. А., Мешвез Р. К., Манченко Ю. В., Галюк Т. Э. Электронная информационно-образовательная среда современного вуза: понятие, структура, применение. *Вестник Майкопского государственного технологического университета*. 2020;(1(44)):113–121. EDN: IXROHD. DOI: 10.24411/2078-1024-2020-11011

[Udzhukhu I. A., Meshvez R. K., Manchenko Yu. V., Galyunko T. E. Electronic information and educational environment of a modern university: Concept, structure, application. *Vestnik Maykopskogo Gosudarstvennogo Technologicheskogo Universiteta*. 2020;1(44):113–121. (In Russian.) EDN: IXROHD. DOI: 10.24411/2078-1024-2020-11011]

23. Haakman M., Cruz L., Huijgens H., van Deursen A. AI lifecycle models need to be revised. *Empirical Software Engineering*. 2021;26(5):95. DOI: 10.1007/s10664-021-09993-1

24. Susnjak T., Ramaswami G. S., Mathrani A. Learning analytics dashboard: A tool for providing actionable insights to learners. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2022;19(1):12. DOI: 10.1186/s41239-021-00313-7

25. Akcayir G., Farias Wanderley L., Demmans Epp C., Hewitt J., Mahmoudi-Nejad A. Learning analytics dashboard use in online courses: Why and how instructors interpret discussion data. *Visualizations and Dashboards for Learning Analytics*. Springer, Cham; 2021:371–397. DOI: 10.1007/978-3-030-81222-5\_17

#### Информация об авторах

Есин Роман Витальевич, канд. пед. наук, доцент кафедры прикладной математики и анализа данных, Институт космиче-

ских и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9682-4690>; *e-mail*: resin@sfu-kras.ru

Кустицкая Татьяна Алексеевна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной математики и анализа данных, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9854-1259>; *e-mail*: tkustitskaya@sfu-kras.ru

Носков Михаил Валерианович, доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и анализа данных, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8966-3633>; *e-mail*: mnoskov@sfu-kras.ru

#### Information about the authors

Roman V. Esin, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Applied Mathematics and Data Analysis, School of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9682-4690>; *e-mail*: resin@sfu-kras.ru

Tatiana A. Kustitskaya, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor at the Department of Applied Mathematics and Data Analysis, School of Space and Information Technology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9854-1259>; *e-mail*: tkustitskaya@sfu-kras.ru

Mikhail V. Noskov, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Professor at the Department of Applied Mathematics and Data Analysis, School of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8966-3633>; *e-mail*: mnoskov@sfu-kras.ru

Поступила в редакцию / Received: 18.01.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 27.02.23.

Принята к печати / Accepted: 28.02.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-42-53

# МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СЕРВИСА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ: ВЗГЛЯД ЭКСПЕРТОВ

В. В. Гамукин<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

✉ valgam@mail.ru

## Аннотация

Функционирование бизнес-процессов образовательной организации трудно представить без использования цифровых инструментов. Сегодня они должны соответствовать запросам национальной образовательной системы с учетом внешних санкций. Актуальным для системы образования может быть создание комплексного сервиса, который не только устранил проблему «лоскутной» автоматизации, но и обеспечит максимально дружественный формат взаимодействия персонала образовательной организации, обучающихся и заказчиков образовательной услуги на всех этапах — от момента формирования интереса к обучению до поддержания связи с выпускником.

Именно поэтому целью работы стала формализация ряда требований, обусловленных особенностями процесса оказания образовательных услуг. По результатам экспертной оценки (для анализа были привлечены 194 эксперта) автором была проведена кластеризация результатов оценивания, а затем выявлены и сгруппированы пожелания администраторов и преподавателей для создания названного комплексного сервиса. Наиболее значимым итогом работы следует считать выявленную противоречивость интересов основных акторов бизнес-процессов образовательной организации, так как 80 % оценок экспертов попали в кластеры с противоположными пожеланиями. Это необходимо учитывать в проектах автоматизации работы образовательных организаций.

В ходе исследования было отмечено, что в образовательной сфере важны не только эффективные бизнес-процессы, но и вовлеченность всех работников в достижение положительных для обучающихся образовательных результатов.

**Ключевые слова:** бизнес-процессы образовательной деятельности, CRM в образовании, ERP в образовании, заказчик образовательных услуг, преподаватель, администратор образовательной организации, цифровые сервисы в образовании.

## Для цитирования:

Гамукин В. В. Моделирование комплексного сервиса для обеспечения работы образовательной организации: взгляд экспертов. *Информатика и образование*. 2023;38(3):42–53. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-42-53

# MODELING INTEGRATED SERVICE TO SUPPORT THE WORK OF AN EDUCATIONAL ORGANIZATION: AN EXPERT PERSPECTIVE

V. V. Gamukin<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> University of Tyumen, Tyumen, Russia

✉ valgam@mail.ru

## Abstract

The functioning of the business processes of an educational organization is difficult to imagine without the use of appropriate digital tools. Today they must comply with the needs of the national educational system, taking into account external sanctions. Relevant for the education system is the creation of an integrated service that would not only eliminate the problem of “patchwork” automation, but also provide the most friendly format for interaction between the staff of an educational organization, students and customers of the educational service at all stages — from the moment of forming interest in training to maintaining communication with the graduate.

That is why the aim of the work was to formalize a number of requirements due to the peculiarities of the process of providing educational services. According to the results of expert evaluation (194 experts were involved for the analysis), the author conducted clustering of evaluation results, and then identified and grouped the wishes of administrators and teachers to create the mentioned integrated service. The most significant result should be considered the revealed inconsistency of interests of the main actors of educational organization business-processes, since 80 % of experts' assessments fell into clusters with opposite wishes. This can be used in the automation projects of educational organizations. It was noted that in the educational sphere it is important to have not only effective business processes, but also the involvement of all employees in achieving positive educational results for students.

**Keywords:** business process of educational activities, CRM in education, ERP in education, customer of educational services, teacher, administrator of educational organization, digital services in education.

**For citation:**

Gamukin V. V. Modeling integrated service to support the work of an educational organization: An expert perspective. *Informatics and Education*. 2023;38(3):42–53. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-42-53

## 1. Введение

Одной из значимых специфических черт сферы образования является высокая степень интегрированности заказчика во все содержательные процессы оказания образовательной услуги. Трудно представить себе процесс обучения без проактивного участия самого обучающегося. Это делает систему обучения исключительной, так как в ее функционировании затруднительно использовать традиционные способы взаимодействия с заказчиком. С обычной услугой ее роднит только отсутствие полноценного представления заказчика об итоговом результате. Что в салоне красоты, что в обучающем центре заказчик не может до конца оказания услуги быть уверенным, что получит то, на что рассчитывал.

В сфере традиционных услуг роль клиента заключается в высказывании своих пожеланий, а роль исполнителя — в способности верно их распознать и сопоставить со своими возможностями. Важно понимать, что эти роли могут исполняться на качественно разных уровнях.

Заказчик в силу своих представлений о результате услуги может иметь несколько градаций надежды на благоприятный исход и заблуждений насчет того, что он поступил правильно, обратившись за услугой именно к данному исполнителю. Кроме традиционных параметров — срока исполнения, цены и уверенений заказчика, что все будет сделано в лучшем виде, — в рамках пространства решений заказчика услуги входит еще множество переменных, в том числе:

- не в полной мере осмысленный образ результата: «А я хочу именно этого?»;
- опасения насчет затруднений в процессе получения услуги: «Насколько это сложно?»;
- боязнь неудачного исхода: «Вдруг получится плохо?»;
- страх за себя: «А я не пострадаю?»;
- опасения бессмысленной траты денег: «Так я и сам мог бы сделать!» и т. д.

Исполнитель также испытывает флуктуации, но уже в рамках своих параметров:

- недопонимание замысла заказчика: «Почему ему хочется именно этого?»;
- борьба с собственным представлением об исходе: «Всегда все были довольны!»;
- давление профессионального опыта: «Я всегда так делал!»;
- завышенная самооценка: «Эти клиенты ничего не понимают!»;
- заниженная самооценка: «Я не справлюсь» и т. д.

Уже в процессе оказания услуги возникает явление, которое можно назвать «пересмотром позиций

игроков». Это происходит по мере формирования общих контуров результата: наблюдая эти контуры, обе стороны пытаются внести коррективы, поскольку считают, что результат по разным причинам отклоняется от их первоначальных представлений. Заказчик формулирует свои уточненные (а зачастую противоположные первоначальным) пожелания, а исполнитель пытается с минимальными дополнительными усилиями (и/или финансовыми затратами) достичь компромисса между своим первоначальным пониманием задачи и этими уточнениями. Процесс оказания услуги содержательно наполняется все новыми и новыми элементами. То, что в итоге стороны удовлетворяются неким результатом, можно считать скорее удачной случайностью, чем планируемой закономерностью.

В случае с обучением процесс оказания услуги имеет дополнительные особенности.

Во-первых, уже отмеченное активное участие заказчика в получении результата. Это значительно меняет роли участников, так как заказчик в случае недовольства результатом может винить самого себя пропорционально своей доле участия (неучастия) в обучении. Используя такую возможность, исполнитель вполне может снизить планку требований к самому себе, ссылаясь в случае конфликта на отсутствие интереса заказчика к усвоению учебного материала или на его банальную лень. В случае с обычными услугами такой аргумент, как правило, не применим.

Кроме этого, чем активнее заказчик проявляет себя в процессе научения, тем более сложной задачей становится оценка эффективности его интеллектуальных и финансовых затрат. С одной стороны, он сожалеет об оплате за обучение, поскольку начинает понимать, что тратит дополнительно массу ресурсов на собственную умственную работу. С другой стороны, интенсивность обучения и его личная вовлеченность дают содержательные результаты: он понимает, что получил новые ценные знания, умения и навыки, а значит, они стоят потраченных денег. Эти процессы оценки и переоценки не опираются на формальные алгоритмы, поскольку используемые переменные не до конца идентифицируемы, но подсознательно именно они приводят заказчика к окончательному умозаключению о пройденном обучении, включая варианты: «Очень полезно, можно снова обращаться к этому исполнителю»; «Просто понравилось, но нет желания вновь работать с этим исполнителем»; «Ничего нового не узнал, жаль потраченных денег» и т. д. Повысить лояльность заказчика помогает автоматизация процесса взаимодействия с преподавателем, который должен иметь возможность регулярно вести диалог со своими обучающимися по поводу их образовательных целей и задач. Согласно исследо-

ваниям, лояльность клиентов может вырастать до 94 %, если представитель компании в разговоре со своим клиентом по телефону называет его по имени и спрашивает «Как дела?» [1].

Во-вторых, при оказании образовательных услуг стартовые требования к формализации результата жестче, чем при оказании иных услуг. В частности, в образовательной организации обязательно должна иметься учебная программа и расписание занятий с информацией о преподавателях и категории документа, который могут получить выпускники после обучения. Такая формализация призвана обозначить рамки, в пределах которых заказчик может принять решение об обучении у данного исполнителя или об отказе от него, поскольку, в отличие от обычного поставщика услуг, у образовательной организации немного способов сориентировать своего будущего клиента.

Например, в случае с бытовыми услугами исполнитель часто прибегает к фото- или видеосъемке продукта своей работы, чтобы сформировать у заказчика позитивный мысленный образ ожидаемого результата. Образовательные организации активно используют такой канал воздействия на потенциальных заказчиков, но улыбающиеся, симпатичные обучающиеся прошлых лет на фото мало чем могут помочь в предварительной оценке результатов обучения. Вполне вероятно, что они получили низкие баллы или в итоге не смогли применить полученные знания на практике.

Рассказы об истории успеха выпускников не всегда убедительны, так как нет уверенности в том, насколько они связаны с усилиями именно этой образовательной организации. Возможно, что такие достижения стали результатом ранее сформированных знаний, умений, навыков или уникальных интеллектуальных способностей личности.

В-третьих, возможности объективной проверки полученных знаний, умений и навыков ограничены. В ряде случаев такая проверка производится самим исполнителем дважды — до и после обучения. Это переворачивает представление об оценке качества услуги, так как в данном случае не заказчик контролирует исполнителя, а наоборот. Исполнитель проверяет уровень полученного результата по неким критериям и шкалам, которые в большинстве случаев разрабатывает сам для себя. Исключение составляют ОГЭ и ЕГЭ — формы государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего и среднего образования, при проведении которой используются контрольные измерительные материалы стандартизированной формы.

Отсутствие независимой проверки качества полученной подготовки открывает простор для потенциального конфликта между заказчиком и исполнителем в случае, когда какая-либо третья сторона (например, работодатель или другая образовательная организация, в которой предполагается продолжение обучения) негативно оценивает итоги завершеного обучения. Но этот конфликт уже не влияет на финан-

совые взаимоотношения между субъектами, так как услуга оказана, деньги получены и уже потрачены. В итоге повышение объективизации оценки промежуточных и итоговых результатов является одной из важнейших задач, стоящих перед системой образования в целом.

В-четвертых, при оказании образовательных услуг наблюдается высокая скорость смены целевых параметров обучения, требующая постоянного обновления не только контента, но и способов доведения его до заказчика. Помимо удовлетворения интересов самого обучающегося, здесь должна непрерывно решаться важная общественная задача, так как прогресс в этой области не только обеспечивает рост качества самой образовательной услуги, но и задает тренды развития тех сфер, где будут задействованы выпускники образовательных программ. Такое требование нельзя отнести только к профессиональному или высшему образованию. На каждом уровне образования, начиная с дошкольного, должны прилагаться усилия, адекватные текущему уровню инновационного развития обучения, чтобы обученный на выходе не только сам стал более подготовленным, но и смог формировать запрос на инновации на следующем уровне обучения. От того, насколько выпускник будет готов повышать эту требовательность, во многом зависит развитие обучающегося на следующем этапе.

В-пятых, в сфере образования, в отличие от сферы обычных услуг, формы и способы оказания услуги, т. е. организации учебного процесса, многообразны. Это не только традиционное очное и заочное обучение, но и множество их разновидностей, получивших дополнительное развитие в эпоху массового использования цифровых инструментов коммуникации. В ряде случаев обучение может проходить вообще без физического участия преподавателя (в сфере образования это возможно, в отличие, например, от салона красоты, где без личного контакта услугу получить не удастся). Например, сегодня взрослым слушателям гораздо комфортнее повысить квалификацию в учреждении дополнительного образования в дистанционном формате: так проще, чем при непосредственном общении, проработать предоставленный материал и успешно (иногда даже после нескольких попыток) выполнить соответствующие тестовые или иные формализованные задания, проверка которых опять-таки доверена программным алгоритмам.

В-шестых, в системе образования выстраиваются специфические бизнес-процессы. Традиционно [2] процесс разработки бизнес-модели организации реализуется тремя способами: «zero-approach» («с чистого листа»), подход на основе решений (построение бизнес-модели на основе моделирования системы принимаемых управленческих решений с ее последующим совершенствованием) и детальный анализ (детальное отражение существующего положения и последующее построение модели бизнес-процессов). Для образовательных организаций, как правило, подходит второй и третий способы.

Кроме этого, сложность представляет классификация бизнес-процессов. Например, в работе [3] все бизнес-процессы вуза предложено разделить на три группы:

- основные бизнес-процессы;
- обеспечивающие (или вспомогательные) бизнес-процессы;
- бизнес-процессы управления.

В основе такой классификации лежит принцип влияния бизнес-процессов на потребительскую ценность образовательных продуктов и самого вуза.

В работе [4] выделены следующие бизнес-процессы:

- анализ основной и дополнительной сессии;
- анализ работы преподавателей;
- формирование (расчет) графиков основной и дополнительной сессии;
- формирование приказа об отчислении/переводе студентов на следующий курс;
- определение контрольных точек по дисциплинам;
- сдача экзаменов дистанционным образом;
- выдача отчетов и сохранение информации о дисциплинах, пройденных каждым студентом.

Для детального построения бизнес-модели необходимо проектирование бизнес-процессов. Эволюция подходов к управлению бизнес-процессами (*англ.* Business Process Management, BPM) рассмотрена в работе В. Г. Чеботарева и А. И. Громова [5], а развитию методологии IDEF (*англ.* Integrated DEFinition) посвящено исследование Н. Н. Прохимнова [6].

Проектирование бизнес-процессов может активно применяться и в сфере образования. Это позволяют сделать разные инструменты, включая BPWin, Business Studio, Microsoft Visio [7]. В ходе построения бизнес-процессов в образовании возможно применение процессно-сервисного подхода, использование методик и инструментов проверки качества, что может стать основой для создания новой электронной среды обучения и совершенствования процесса предоставления образовательных услуг. Однако необходимо понимать, что использование технологии бизнес-процессов в образовании несет специфические риски [8].

Наконец, в работе [9] предложен алгоритм, включающий в себя:

- построение стратегической бизнес-архитектуры, целью которой является формирование социально-ориентированной стратегической модели образовательной организации;
- формализацию тактической бизнес-архитектуры, которая состоит из двух подуровней — институционального (определяется юридической формой предприятия, его позиционированием на рынке, выбранными системами управления) и описательного (который строится на основе процессной модели).

С помощью этого алгоритма можно переходить к оценке степени готовности системы управления бизнес-процессами к информатизации на основе стадий зрелости составляющих:

- инфраструктуры информационных технологий;
- службы обработки информации;
- организации системы управления [10].

В-седьмых, в практику работы образовательных организаций в России недостаточно активно внедряются инструменты CRM и ERP. В мировой хозяйственной и социальной деятельности уже невозможно представить работу организаций без данных систем. В частности, они призваны решать маркетинговые задачи вовлечения новых потребителей [11–14]. Одним из существенных плюсов, пропагандируемых производителями ERP-систем [15], является снижение прямых затрат в результате оптимизации количества персонала, необходимого для обслуживания задач предприятия.

При этом выделяют несколько направлений: повышение функциональности систем (уменьшение количества ручного труда путем использования пакетных операций, упрощения программных интерфейсов) и, соответственно, увеличение продуктивности сотрудников. Кроме этого, за счет интеграции компонентов передача данных между модулями ERP-системы осуществляется автоматически и в стандартизированной форме, что избавляет от необходимости ручной синхронизации данных между подсистемами и проведения сверок при передаче.

Принципиальным условием для создания комплексного сервиса является возможность собирать с помощью специализированных информационных систем различные характеристики бизнес-процессов, отражающихся в ERP, CRM, SCM и прочих системах, посредством специальных агентов — адаптеров, которые подключаются к ним и получают необходимую информацию [16].

Сегодня эти инструменты активно проникают в образовательную сферу [17]. Зарубежная практика в данном направлении показывает исключительную динамику, прежде всего в сфере высшего образования [18–22]. Одновременно формируется тенденция, когда страны, которые никак нельзя отнести к лидерам мировой системы образования, активно наращивают опыт применения такого рода систем [23, 24].

Ограничиваясь на данном этапе описанными особенностями, заметим, что именно они создают возможность для формулирования задач при разработке комплексного сервиса для взаимодействия между представителями исполнителя, обучающимся и заказчиком образовательных услуг.

## 2. Методы и материалы

Экспертная оценка проводилась силами специалистов в области образования, проходившими обучение в ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» в 2020/2021, 2021/2022 и 2022/2023 учебных годах в рамках магистерской программы «Педагогическое образование: управление и инновации в образовании» очной и заочной форм обучения. Поскольку данная программа рассчитана на широ-

кий круг работников системы образования, готовых развивать административную карьеру, почти все слушатели программы на момент оценки имели практический опыт в данной сфере и были мотивированы на поиск современных путей совершенствования учебного процесса в образовательных организациях всех типов (от дошкольного до дополнительного обучения лиц преклонного возраста) и форм собственности (государственные, муниципальные, частные). В общей сложности было задействовано 194 эксперта, проходивших обучение в указанное время в рамках дисциплины «Бизнес-инструменты в управлении образованием».

В процессе экспертного анализа использовались следующие системы CRM для сферы образования: «Мой Класс», «Битрикс24», amoCRM, AlfaCRM, «Клиентикс CRM», goCRM, GetCourse, «Параплан CRM», CLOFF, HOLLINOP. Дополнительно рассматривались ERP-системы для образования: Education ERP, «1С:Университет», GS-Ведомости, Naumen University. Обращаем внимание, что сами эти инструменты экспертами не оценивались.

Экспертиза проводилась путем оценки ожидаемых функциональных особенностей от комплексного сервиса в два этапа. На первом этапе эксперты проводили оценку с позиции администратора (А) образовательной организации (директора, заместителя директора, начальника управления, отдела, службы и т. д.). На втором этапе анализировали процессы уже

с позиции обучающего (П) (воспитателя, учителя, преподавателя и т. д.). Задачей экспертизы было выявление набора универсальных возможностей и поиск различий между оценками с позиций основных акторов образовательной деятельности.

Затем была проведена кластеризация оценок функциональных возможностей, которые должен обеспечить моделируемый комплексный сервис в процессе взаимодействия образовательной организации с обучающимися и/или их представителями.

Сегодня рынок предлагает ряд готовых решений или их прототипов с самыми разными инновациями, включающими в себя:

- искусственный интеллект, который персонализирует программы, составляет диалоги, организует совместное обучение, помогает в проверке заданий и т. д.;
- блокчейн, который может использоваться в образовании для организации системы хранения данных о квалификации и достижениях человека, формирования экономичной и безопасной системы управления данными, решения проблемы поддельных дипломов и т. д.;
- социальных роботов, которые могут выполнять функции ассистента преподавателя, ученика-партнера, цифрового аватара и т. д.

В ходе исследования мы ограничились традиционными сервисами и выбрали для использования в комплексном сервисе следующие (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

### Краткая характеристика функциональных особенностей комплексного сервиса

#### Brief description of the functional features of the integrated service

№ п/п	Функциональная особенность комплексного сервиса (ФОКС)	Краткая характеристика функциональной особенности комплексного сервиса (ФОКС)
1	Упрощение личного участия в бизнес-процессах	Отражает ключевую идею автоматизации процессов, а именно: сервис должен обеспечить экономию времени сотрудников для выполнения их основной деятельности
2	Возможность удаленного доступа к информации	Это важное условие в современном мобильном мире
3	Ускорение получения результата от совершаемой операции	Потребность в этой функции обусловлена отставанием темпа выполнения бизнес-транзакций от динамики изменяющейся внешней среды (особенности бизнес-транзакций подробно рассмотрены в работе [25], где среди прочего справедливо отмечается проблема их длительности). Сфера образования не является исключением
4	Уведомление о приближающихся событиях	Общее планирование с раздельным доступом к данным позволяет поддерживать актуальность информирования и способствует сотрудничеству работников и обучающихся
5	Привлекательный интерфейс	Это один из ключевых факторов успеха, обеспечивающий быстрое и безболезненное вхождение всех заинтересованных сторон в работу с сервисом
6	Визуализация учебного процесса и личных достижений (диаграмма Ганта, лепестковая, круговая диаграмма и т. д.)	Визуальный формат представления не только ускоряет восприятие, но и делает его более запоминающимся
7	Интеграция с электронными и физическими почтовыми сервисами	В первом случае такая необходимость очевидна, а потребность во втором возникает на стадии рассылки физических документов обучающимся (учебных материалов, договоров, актов, справок, документов об образовании и т. д.)

Продолжение таблицы 1 /  
Continuation of the table 1

№ п/п	Функциональная особенность комплексного сервиса (ФОКС)	Краткая характеристика функциональной особенности комплексного сервиса (ФОКС)
8	Надежная защита данных	Это обязательное требование, поскольку в образовательном процессе генерируется масса самых разнообразных сведений, что требует определения прав доступа к ним со стороны работников образовательного учреждения. Порядок предоставления прав доступа должен соответствовать организации бизнес-процессов предприятия [26]
9	Расширение спектра каналов взаимодействия с потенциальным обучающимся (его представителем): электронная и обычная почта, СМС-оповещения, мессенджеры и т. д.	Данная функция отвечает современной ситуации, построенной на многообразии каналов передачи информации
10	Концентрация внимания на запросах обучающегося: приоритизация и систематизация запросов обучающихся и ответов на них	Принимая во внимание многочисленность участников образовательного процесса, важно акцентировать внимание сотрудников образовательной организации на потребностях и беспокойствах заказчика
11	Централизованное хранение информации об истории взаимодействия с обучающимися	Данная функция отражает текущую ситуацию, но в будущем хранение станет возможным в формате распределенного реестра данных
12	Аналитика данных для выявления популярности учебных программ, курсов, модулей	Это позволит широко использовать преимущества образовательной организации в маркетинге новых программ
13	Аналитика по количеству поступивших заявок, заключенных и расторгнутых договоров	Это необходимо для корректировки форм и методов вовлечения потенциальных заказчиков (лидов)
14	Автоматизация составления бизнес-плана (сметы) для учебной программы, курса, модуля	Отсутствие такого сервиса становится препятствием для оперативной реализации новых учебных проектов, в первую очередь в области платных образовательных услуг
15	Ведение и оперативное обновление баз учебных курсов, модулей, дисциплин, учебных материалов	Это также следует считать ключевым компонентом комплексного сервиса, поскольку указанные данные являются ядром всего образовательного процесса
16	Ведение и оперативное обновление баз данных обучающихся	Это важно как минимум по двум причинам. Во-первых, деятельность отдельных видов образовательных организаций предполагает возможность повторного привлечения обучающихся к новым программам. Во-вторых, в процессе обучения преподавателю нужно иметь представление о бэкграунде своих обучающихся (формальное портфолио быстро устаревает) и получать оперативные данные об их интересах, достижениях и проблемах в усвоении материала
17	Ведение и оперативное обновление баз данных преподавателей	Здесь решается аналогичная задача, но интересны иные. Это А при подборе П и обучающиеся, желающие ознакомиться с бэкграундом своего педагога
18	Автоматизированное информирование о необходимости обновления образовательного контента	Сервис должен обеспечивать возможность автоматического информирования, например, о внесении изменений в нормативные акты, которые используются в процессе преподавания, об условиях подписки на электронные ресурсы, об устаревании страниц в сети, на которые есть ссылки, и т. д.
19	Возможность предоставления доступа к дополнительному обучающему контенту	Эта функция полезна для гибкого насыщения учебного процесса материалом без пропорционального увеличения нагрузки на П
20	Гибкое распределение обучающихся по потокам, учебным группам, преподавателям	Позволяет оперативно реагировать на рискованные факторы (карантин, временная негрудоспособность, аварии в кабинетах и т. д.)
21	Формирование и изменение расписания учебных встреч	Это также одна из ключевых функций, поскольку составление расписания учебных встреч является важнейшим бизнес-процессом, в который вовлечены все основные участники обучения. Кроме этого, расписание выполняет значимую контрольную функцию

Окончание таблицы 1 /  
End of the table 1

№ п/п	Функциональная особенность комплексного сервиса (ФОКС)	Краткая характеристика функциональной особенности комплексного сервиса (ФОКС)
22	Фиксация учебных заданий с возможностью обратной связи и сводной аналитики	Этот элемент комплексного сервиса не только систематизирует работу П с учебной группой, но и обеспечивает персонификацию такой работы, а также делает доступным контроль со стороны А
23	Ведение электронного дневника/журнала	Это базовая функция, реализованная в большинстве такого рода систем
24	Цифровой сервис идентификации обучающегося и фиксации его посещаемости	Пока такого рода задачи выполняются самим преподавателем, что требует определенных затрат времени, особенно в случае большого количества присутствующих, и затрудняет коммуникацию между незнакомыми субъектами
25	Автоматизированное формирование итоговых документов об обучении	Актуально для больших потоков на краткосрочных программах. Часто по итогам программы, рассчитанной всего на 16 академических часов, документ выдается в течение нескольких месяцев
26	Аналитика по работе персонала всех категорий	Позволяет не только формализовать процесс выплаты денежного поощрения, но и оптимизировать бизнес-процессы и организационные структуры образовательных организаций*
27	Начисление гонорара лицам, принимающим участие в образовательном процессе	Ускоряет процесс расчета с преподавателями, привлекаемыми по договорам гражданско-правового характера, что повышает их лояльность
28	Аналитика по финансовым результатам программы, курса, модуля	Требуется при реализации большого количества учебных программ для постоянной модификации маркетинговой стратегии образовательной организации
29	Интеграция с сервисами организации видеовстреч	Сохраняет свою актуальность даже при уменьшении часов, отведенных на дистанционное обучение
30	Интеграция с внешними сервисами по проверке входящего и исходящего уровня подготовки обучающихся	Пока это наименее проработанный функционал из-за упомянутых ранее проблем организации контроля результатов обучения

### 3. Результаты

Результаты экспертной оценки сопоставлялись путем построения диаграммы рассеяния и кластеризации данных относительно критерия средней величины.

Для идентификации значимости той или иной ФОКС использовалась шкала от 1 («не нужно») до 10 («крайне необходимо»). Итого было получено 11 640 оценок. По каждой ФОКС определены средние величины по выборке (табл. 2). Это позволило рас-  
пределить ожидания от отдельных функциональных

Таблица 2 / Table 2

#### Средние оценки функциональных особенностей комплексного сервиса и ранг кластера\*\*

#### Average estimates of the functional features of the integrated service and the rank of the cluster

Ранг кластера	№ ФОКС	Ожидаемые функциональные особенности комплексного сервиса (ФОКС)	Средняя оценка	
			А	П
I	1	Упрощение личного участия в бизнес-процессах	4,36	6,46
	4	Уведомление о приближающихся событиях	4,10	7,95
	5	Привлекательный интерфейс	6,97	9,03
	10	Концентрация внимания на запросах обучающегося: приоритизация и систематизация запросов обучающихся и ответов на них	6,06	7,32

\* В работе [27] показана детализация бизнес-процесса подбора персонала в сфере образования, которую можно использовать в рамках разработки данного пункта.

\*\* Источник: расчеты автора.

Ранг кластера	№ ФОКС	Ожидаемые функциональные особенности комплексного сервиса (ФОКС)	Средняя оценка	
			А	П
	19	Возможность предоставления доступа к дополнительному обучающему контенту	2,96	7,07
	22	Фиксация учебных заданий с возможностью обратной связи и сводной аналитики	4,36	9,55
	23	Ведение электронного дневника/журнала	6,28	7,43
	24	Цифровой сервис идентификации обучающегося и фиксации его посещаемости	3,79	9,03
	25	Автоматизированное формирование итоговых документов об обучении	2,92	7,02
	27	Начисление гонорара лицам, принимающим участие в образовательном процессе	5,51	9,03
	29	Интеграция с сервисами организации видеовстреч	3,96	7,94
II	7	Интеграция с электронными и физическими почтовыми сервисами	4,88	5,45
	30	Интеграция с внешними сервисами по проверке входящего и исходящего уровня подготовки обучающихся	4,95	5,86
III	3	Ускорение получения результата от совершаемой операции	7,50	9,01
	15	Ведение и оперативное обновление баз учебных курсов, модулей, дисциплин, учебных материалов	9,09	8,61
	16	Ведение и оперативное обновление баз данных обучающихся	9,50	8,54
	21	Формирование и изменение расписания учебных встреч	8,97	8,51
IV	2	Возможность удаленного доступа к информации	7,58	5,66
	6	Визуализация учебного процесса и личных достижений (диаграмма Ганта, лепестковая, круговая диаграмма и т. д.)	8,45	6,20
	8	Надежная защита данных	9,49	4,12
	9	Расширение спектра каналов взаимодействия с потенциальным обучающимся (его представителем): электронная и обычная почта, СМС-оповещения, мессенджеры и т.д.	8,61	4,46
	11	Централизованное хранение информации об истории взаимодействия с обучающимися	9,01	5,50
	12	Аналитика данных для выявления популярности учебных программ, курсов, модулей	8,45	5,43
	13	Аналитика по количеству поступивших заявок, заключенных и расторгнутых договоров	8,98	2,42
	14	Автоматизация составления бизнес-плана (сметы) для учебной программы, курса, модуля	7,47	5,06
	17	Ведение и оперативное обновление баз данных преподавателей	9,51	2,86
	18	Автоматизированное информирование о необходимости обновления образовательного контента	9,01	5,07
	20	Гибкое распределение обучающихся по потокам, учебным группам, преподавателям	8,52	4,07
	26	Аналитика по работе персонала всех категорий	8,98	2,48
28	Аналитика по финансовым результатам программы, курса, модуля	9,55	1,97	
		<i>Итоговая средняя оценка</i>	6,99	6,30
		<b>Средняя по кластеру I</b>	4,66	7,98
		<b>Средняя по кластеру II</b>	4,92	5,66
		<b>Средняя по кластеру III</b>	8,77	8,67
		<b>Средняя по кластеру IV</b>	8,74	4,25

особенностей комплектного сервиса по кластерам, характеризующим отношение  $П$  и  $А$ . Принадлежность к тому или иному кластеру (рис. 1) определялась по степени относительной удаленности от точки с координатами итоговых средних оценок (6,30 и 6,99 соответственно).

Следовательно, в кластере I представлены функциональные особенности, получившие относительно высокие оценки у  $П$  и относительно низкие оценки у  $А$  (всего таких 11 из 30).

В кластере IV, наоборот, сосредоточены функциональные особенности с относительно высокими оценками от  $А$  и относительно низкими оценками от  $П$  (таких получилось 13 из 30).

Кластер II включает всего две функциональные особенности, которые оказались относительно малоинтересными как для  $П$ , так и для  $А$ . Это интеграция с электронными и физическими почтовыми сервисами и интеграция с внешними сервисами по проверке входящего и исходящего уровня подготовки обучающихся.

Наконец, в кластере III отобразились те функциональные особенности, которые получили относительно высокие оценки обеих групп акторов (таких всего 4 из 30).

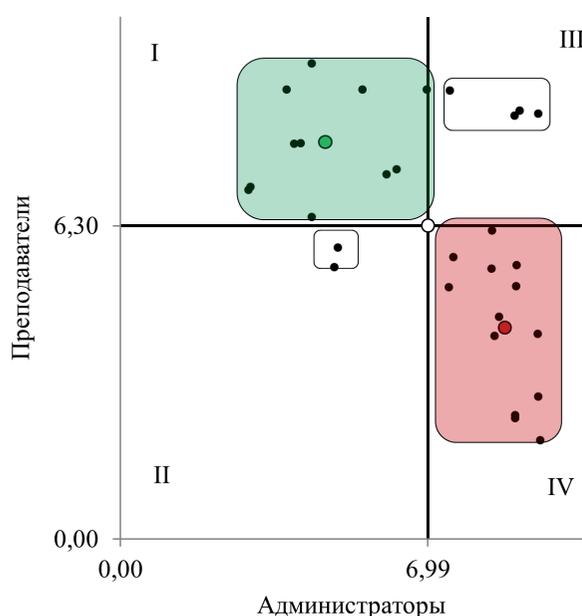


Рис. 1. Диаграмма рассеяния по средним оценкам и кластерам\*

Fig. 1. Scatter diagram by mean estimates and clusters

Поскольку основная масса оценок (80 %) попадает в I и IV кластеры (противоположные пожелания  $А$  и  $П$ ), дополнительно определены средние величины в пределах этих кластеров (обозначены на рисунке 1 зеленым и красным маркерами соответственно). Эти величины расположились с противоположных сторон от точки со средними координатами, но примерно на равном расстоянии.

\* Источник: расчеты автора.

## 4. Обсуждение

### 4.1. Итоги экспертизы и кластеризации

1. Наиболее значимым результатом анализа ожиданий от ФОКС следует считать диаметрально противоположность основной массы пожеланий  $П$  и  $А$  из кластеров I и IV. Это четко отражает противоречивость интересов отдельных акторов, участвующих в образовательных бизнес-процессах. Однако в образовательной сфере чрезвычайно важно иметь не только эффективные бизнес-процессы, но и обеспечить вовлеченность всех работников в достижение положительных для обучающихся образовательных результатов, чего нельзя сделать без учета, понимания и согласования потребностей  $А$  и  $П$ .

2. Экспертная оценка показала, что  $П$  в большей степени, чем  $А$ , заинтересован в следующих функциональных особенностях:

- упрощение личного участия в бизнес-процессах (очевидно,  $А$  рассчитывает переложить часть своих задач на другие категории персонала);
- предоставление информации о приближающихся событиях ( $А$  всегда предупредят его подчиненные);
- привлекательный интерфейс ( $А$  меньше времени проводит за экраном компьютера);
- концентрация внимания на запросах обучающегося ( $А$  воспринимает их в массе, как некую группу с общими характеристиками);
- возможность предоставления доступа к дополнительному обучающему контенту ( $А$  не сосредоточен на этом);
- фиксация учебных заданий с возможностью обратной связи и сводной аналитики ( $А$  не сильно интересуется «кухня» учебного процесса);
- ведение электронного дневника/журнала (этот результат удивляет, так как  $А$  должен быть заинтересован в контроле);
- цифровой сервис идентификации обучающегося и фиксации его посещаемости ( $А$  считает это неважным, так как уверен, что  $П$  легко может запомнить несколько сотен обучающихся в лицо и по именам и фамилиям);
- автоматизированное формирование итоговых документов об обучении (у  $А$  есть для этого бизнес-процесса подчиненные, включая самого  $П$ );
- начисление гонорара лицам, принимающим участие в образовательном процессе ( $А$ , в отличие от  $П$ , не получает этой оплаты);
- интеграция с сервисами организации видеовстреч (логично, что интерес  $П$  к этой функции выше).

3. В то же время  $А$  больше  $П$  ценит иные возможности комплексного сервиса, а именно:

- возможность удаленного доступа к информации (предположительно это может говорить о более высокой мобильности *A*);
- визуализацию учебного процесса и личных достижений (определяется задачами *A* по управлению организацией);
- надежную защиту данных (именно *A* несет за это ответственность);
- расширение спектра каналов взаимодействия с потенциальным обучающимся (*A* является основным интересантом в увеличении контингента);
- централизованное хранение информации об истории взаимодействия с обучающимся (очевидно, это важно для *A* с точки зрения повторного вовлечения обучающихся в образовательный процесс);
- автоматизацию составления бизнес-плана (сметы) для учебной программы, курса, модуля (увеличивает скорость принятия *A* соответствующих управленческих решений);
- ведение и оперативное обновление баз данных преподавателей (повышает возможности *A* в обеспечении гибкости учебного процесса);
- наличие хранилища контента обучения с автоматизированным информированием о необходимости его обновления (это позволяет *A* оперативно заменять преподавателей в случае необходимости);
- гибкое распределение обучающихся по потокам, учебным группам, преподавателям (важная для *A* возможность, позволяющая ему быстро реагировать на просьбы заказчика).

Кроме этого, у *A* значительно выше, чем у *П*, потребность в разнообразных видах аналитики:

- аналитика данных для выявления популярности учебных программ, курсов, модулей;
- аналитика по количеству поступивших заявок, заключенных и расторгнутых договоров;
- аналитика по работе персонала всех категорий;
- аналитика по финансовым результатам программы, курса, модуля (все эти возможности органично связаны с основными управленческими задачами *A*).

4. Интересно отметить тот факт, что *A* и *П* оказались в равной степени равнодушны к такой возможности, как интеграция с электронными и физическими почтовыми сервисами. Мы объясняем это спецификой экспертов, среди которых не оказалось достаточного количества представителей образовательных организаций со значительной дистанционной подготовкой, предполагающей массовые рассылки учебных материалов или документации. Интеграция с внешними сервисами по проверке входящего и исходящего уровня подготовки

обучающихся также оказалась малоинтересной для *A* и *П*. Такой результат позволяет предположить, что оба этих ключевых субъекта в сфере образования не очень заинтересованы во внешнем контроле результата их усилий.

5. Наконец, ряд функциональных особенностей, попавших в кластер III, говорит о равновысоком уровне интересов у *A* и *П*. Прежде всего это:

- ускорение получения результата от совершаемой операции;
- ведение и оперативное обновление баз учебных курсов, модулей, дисциплин, учебных материалов;
- ведение и оперативное обновление баз данных обучающихся;
- формирование и изменение расписания учебных встреч.

#### 4.2. Дополнительные направления развития комплексного сервиса

Исследование может быть расширено за счет вовлечения неограниченного набора пожеланий, включая требования к проектам информационных систем сферы образования, предложенные в работе [28], а именно:

- многофункциональность;
- масштабируемость;
- модульность;
- интегрированность по функциям;
- интегрированность по данным;
- открытость архитектуры;
- сетевое взаимодействие и возможность удаленного доступа;
- защита и конфиденциальность передаваемых данных;
- возможность передачи информации во внешние системы.

При разработке комплексного сервиса необходимо учитывать объективный характер ограничений на пути автоматизации управления в сфере образования. Нужно понимать, что автоматизация не сводится к написанию и использованию компьютерных программ: если нет полной карты процесса, его невозможно автоматизировать. Автоматизация не может носить тотальный характер, ведь не все процессы в образовании являются потенциально автоматизируемыми. В автоматизации важна ценностная приоритизация, и автоматизировать в первую очередь следует процессы, напрямую связанные с потребностями участников. Необходим учет потребностей по возможности широкого круга заинтересованных сторон. К тому же результативная автоматизация в образовании невозможна без включения всех субъектов образовательного процесса в среду проектного взаимодействия [29].

Дополнительной проблемой при разработке такого сервиса, обеспечивающего взаимодействие между заказчиком и исполнителем образовательной услуги,

является многообразие форм образования в Российской Федерации, которое согласно Федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации»<sup>\*</sup> имеет сложную и многоуровневую структуру. Итого 11 вариантов, существенно различающихся по категориям и возрасту обучающихся. Таким образом, комплексный сервис должен учитывать разные варианты обучения, где заказчиком выступает представитель несовершеннолетнего обучающегося или сам обучающийся.

## 5. Выводы

Процесс вовлечения современных цифровых инструментов работы с заказчиками и автоматизации внутренних бизнес-процессов активно идет в сфере образования. Позитивным фактором является наличие отечественных разработок, учитывающих специфику российской системы образования. Однако сегодня требуется создание комплексного сервиса, который не только устранил бы проблему «лоскутной» автоматизации, но и обеспечил максимально дружественный формат взаимодействия персонала образовательной организации, обучающихся и заказчиков образовательной услуги на всех этапах — от момента формирования интереса к обучению до поддержания связи с выпускником.

Помимо этого, перспективы развития диктуют необходимость интеграции такого комплексного сервиса с CRM и ERP компаний-аутсорсеров, активно проникающих в сектор образования.

В качестве дополнительного направления исследований в области цифровизации бизнес-процессов в образовании можно предложить использование предложенной в работе [30] оптимизационной интервальной стохастической математической модели, которая позволяет моделировать оптимальные бизнес-процессы и оптимальные структуры и параметры процессных систем в условиях неопределенности будущих состояний экономики, финансов, конъюнктуры рынка, спроса на новый продукт, цен на факторы производства, цены продажи конечного продукта, объемов инвестиций, наступления в будущем шансов и рисков и др.

## Список источников / References

1. Шахбанова З. И., Ярметов З. Повышение эффективности работы преподавателей с использованием ИКТ. *Экономика и управление: проблемы, решения.* 2020;4(11(103)):42–50. EDN: MPPEPP. DOI:10.36871/ek.up.p.r.2020.11.04.008  
[Shakhbanova Z. I., Yarmetov Z. Improving the effectiveness of teachers using ICT. *Economics and Management: Challenges, Solutions.* 2020;4(11(103)):42–50. (In Russian.) EDN: MPPEPP. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2020.11.04.008]
2. Забулонов А. Б. Реинжиниринг: практические подходы к реорганизации. *Менеджмент в России и за рубежом.*

2002;(1):1–8. Режим доступа: <https://www.cfin.ru/press/management/2002-1/09.shtml>

[Zabulonov A. B. Reengineering: practical approaches to reorganization. *Management in Russia and Abroad Journal.* 2002;(1):1–8. (In Russian.) Available at: <https://www.cfin.ru/press/management/2002-1/09.shtml>]

3. Егорова Е. М., Терехина Н. В. Предпосылки и вектор развития нового концептуального видения управленческого учета в современных вузах. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование.* 2014;(3(35)):253–259. EDN: SPWTVBT

[Egorova E. M., Terekhina N. V. Management accounting new concept vision background and development vector in modern higher educational institutions. *Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education.* 2014;(3(35)):253–259. (In Russian.) EDN: SPWTVBT]

4. Федорова О. В. Моделирование бизнес-процессов подсистемы приема-сдачи экзаменов в вузе. *Образовательные технологии и общество.* 2011;14(1):354–359. EDN: NDEWQV

[Fedorova O. V. Modeling of business processes of the subsystem for taking and passing exams at the university. *Educational Technology and Society.* 2011;14(1):354–359. (In Russian.) EDN: NDEWQV]

5. Чеботарев В. Г., Громов А. И. Эволюция подходов к управлению бизнес-процессами. *Бизнес-информатика.* 2010;(1(11)):14–21. EDN: LBDSUB

[Chebotarev V. G., Gromov A. I. Evolution of approaches to business process management. *Business Informatics.* 2010;(1(11)):14–21. (In Russian.) EDN: LBDSUB]

6. Прокимов Н. Н. Структурно-функциональное моделирование деловых процессов. *Прикладная информатика.* 2011;(5(35)):25–38. EDN: OPAICP

[Prokimnov N. N. Structural and functional modeling of business processes. *Journal of Applied Informatics.* 2011;(5(35)):25–38. (In Russian.) EDN: OPAICP]

7. Грибанова-Подкина М. Ю. Информатизация планирования задач в проектной деятельности обучающихся. *Информатика и образование.* 2019;(9(308)):37–46. EDN: LXLHHL. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-9-37-46

[Gribanova-Podkina M. Yu. Informatization of task planning in project activity of students. *Informatics and Education.* 2019;(9(308)):37–46. (In Russian.) EDN: LXLHHL. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-9-37-46]

8. Грауле А. О., Азаров В. Н., Мизгинова М. А. Подходы к совершенствованию процессов и оценке рисков электронного образования. *Качество. Инновации. Образование.* 2017;(10(149)):3–11. EDN: ZQKNAZ

[Graule A. O., Azarov V. N., Mizginova M. A. Approaches to processes improvement and risk assessment of e-learning. *Quality. Innovation. Education.* 2017;(10(149)):3–11. (In Russian.) EDN: ZQKNAZ]

9. Мишаков В. Ю. Проектирование бизнес-процессов — как основа создания архитектуры предприятия сервиса. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности.* 2019;(2(380)):9–13. EDN: YXGIQU

[Mishakov V. Yu. Designing business processes - as the basis for creating a service enterprise architecture. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Textile Industry Technology.* 2019;(2(380)):9–13. (In Russian.) EDN: YXGIQU]

10. Жданович О. А., Корнюшко В. Ф., Иванчук И. С., Костров А. В. Степень готовности системы управления бизнес-процессами к внедрению информационных технологий (методика оценки). *Прикладная информатика.* 2014;(2(50)):14–22. EDN: SAHSQZ

[Zhdanovich O. A., Kornushko V. F., Ivanchuk I. S., Kostrov A. V. The estimate methodics of business process management system readiness level to information tech-

\* Согласно пп. 2–6 статьи 10 Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.02.2023). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)

- nology introduction. *Journal of Applied Informatics*. 2014;(2(50)):14–22. (In Russian.) EDN: SAHSQZ]
11. Thomas S., Bhatt V., Patel R. Impact of skepticism on CRM luxury campaign participation intention of Generation Z. *International Journal of Emerging Markets*. 2022;1–26. DOI: 10.1108/IJOEM-10-2021-1568
  12. Twyman N. W., Stanley S. M., Elrod C. C., Masters T. M. The impact of perceived manipulation, motives, and ethicality in cause-related marketing: a CRM+ model. *Journal of Marketing Theory and Practice*. 2022;1–20. DOI: 10.1080/10696679.2022.2074462
  13. Perez-Vega R., Hopkinson P., Singhal A., Mariani M. M. From CRM to social CRM: A bibliometric review and research agenda for consumer research. *Journal of Business Research*. 2022;151:1–16. DOI: 10.1016/j.jbusres.2022.06.028
  14. Chatterjee S., Mikalef P., Khorana S., Kizgin H. Assessing the implementation of AI integrated CRM System for B2C relationship management: Integrating contingency theory and dynamic capability view theory. *Information Systems Frontiers*. 2022;1–20. DOI: 10.1007/s10796-022-10261-w
  15. Савчук М. В., Мещеряков Р. В. Подходы к внедрению ERP-систем на крупных предприятиях. *Бизнес-информатика*. 2011;(2(16)):63–67. EDN: NXCXCB  
[Savchuk M. V., Meshcheryakov R. V. Review of approaches in implementation of ERP systems in large enterprises. *Business Informatics*. 2011;(2(16)):63–67. (In Russian.) EDN: NXCXCB]
  16. Хлевная Е. А., Гарнов А. П. Модернизация бизнес-процессов организации. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2011;2(2(6)):4–11. EDN: OZYPCJ  
[Khlevnaya E. A., Garnov A. P. Modernization of business processes. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2011;2(2(6)):4–11. (In Russian.) EDN: OZYPCJ]
  17. Beranič T., Heričko M. The impact of serious games in economic and business education: A case of ERP business simulation. *Sustainability*. 2022;14:683. DOI: 10.3390/su14020683
  18. Al-Hadi M., Al-Shaibany N. Critical Success Factors (CSFs) of ERP in Higher Education Institutions. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. 2017;7(4):92–95. DOI: 10.23956/ijarcsse/V7I4/01401
  19. Khashab B., Gulliver S., Ayoubi R. M. Scoping and aligning CRM strategy in higher education institutions: practical steps. *Journal of Strategic Marketing*. 2022;30(7):627–651. DOI: 10.1080/0965254X.2020.1823458
  20. Sternad Zabukovšek S., Tominc P., Deželak Z., Nalbandyan G., Bobek S. Acceptance of GIS within ERP System: Research study in higher education. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2022;11(2):83. DOI: 10.3390/ijgi11020083
  21. Dadwal S., Agrawal D. C., Tanwar D., Sahu A. Gandhian CRM-Mahatma Gandhi's philosophy on managing relationship with customers. *Journal of Positive School Psychology*. 2022;6(6):2968–2975. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/361561102\\_Gandhian\\_CRM-Mahatma\\_Gandhi's\\_Philosophy\\_On\\_Managing\\_Relationship\\_With\\_Customers](https://www.researchgate.net/publication/361561102_Gandhian_CRM-Mahatma_Gandhi's_Philosophy_On_Managing_Relationship_With_Customers)
  22. Rigo G. E., Pedron C. D., Caldeira M., Araújo C. C. S. CRM Adoption in a Higher Education Institution. *Journal of Information Systems and Technology Management*. 2016;13(1):45–60. DOI: 10.4301/S1807-17752016000100003
  23. Seke M. M. The reinvention of the Constituent Relationship Management (CRM) System in higher education in Africa. *International Journal on Communications*. 2015;4:17–27. DOI: 10.14355/ijc.2015.04.003
  24. Roopchand R., Alsaid L. CRM Framework for higher education in Mauritius. *Pertanika Journal of Social Science and Humanities*. 2017;25(4):1515–1528. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/321757487\\_CRM\\_Framework\\_for\\_Higher\\_Education\\_in\\_Mauritius](https://www.researchgate.net/publication/321757487_CRM_Framework_for_Higher_Education_in_Mauritius)
  25. Артамонов И. В. Бизнес-транзакции: характеристики и отличительные особенности. *Бизнес-информатика*. 2012;(2(20)):29–34. EDN: OYTCPZ  
[Artamonov I. V. Business transactions: properties and features. *Business Informatics*. 2012;(2(20)):29–34. (In Russian.) EDN: OYTCPZ]
  26. Пестунова Т. М., Родионова З. В. Управление процессом предоставления прав доступа на основе анализа бизнес-процессов. *Прикладная дискретная математика*. 2008;(2(2)):91–95. EDN: KDRVAN  
[Pestunova T. M., Rodionova Z. V. Process management of access rights distribution on the basis on the business-processes analysis. *Applied Discrete Mathematics*. 2008;(2(2)):91–95. (In Russian.) EDN: KDRVAN]
  27. Дуканич Л. В., Коробейникова С. В. Процессно-ориентированный подход в управлении бизнес-образованием: опыт применения. *Высшее образование в России*. 2013;(5):119–123. EDN: QAUWZL  
[Dukanich L. V., Korobeynikova S. V. Process-management in Russian business education. *Higher Education in Russia*. 2013;(5):119–123. (In Russian.) EDN: QAUWZL]
  28. Бабин Е. Н. Информационное обеспечение управления вузом: преимущества процессно-модульного подхода. *Университетское управление: практика и анализ*. 2011;(6(76)):15–22. EDN: OPPLTF  
[Babin E. N. Information support management of a higher educational institution: The advantages of a process-and-module approach. *University Management: Practice and Analysis*. 2011;(6(76)):15–22. (In Russian.) EDN: OPPLTF]
  29. Татьянина Е. П. Автоматизация бизнес-процессов образовательной организации: финансовый модуль. *Информатика и образование*. 2020;(3(312)):26–30. EDN: OXHNP. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-3-26-30
  30. Мадера А. Г. Моделирование и оптимизация бизнес-процессов и процессных систем в условиях неопределенности. *Бизнес-информатика*. 2017;(4(42)):74–82. EDN: YQYZZW. DOI:10.17323/1998-0663.2017.4.74.82  
[Madera A. G. Modeling and optimization of business processes and process systems under conditions of uncertainty. *Business Informatics*. 2017;(4(42)):74–82. (In Russian.) EDN: YQYZZW. DOI:10.17323/1998-0663.2017.4.74.82]

#### Информация об авторе

Гамукин Валерий Владимирович, канд. экон. наук, профессор кафедры экономики и финансов, Финансово-экономический институт, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4396-274X>; e-mail: valgam@mail.ru

#### Information about the author

Valeriy V. Gamukin, Candidate of Sciences (Economics), Professor at the Department of Economics and Finance, Institute of Finance and Economics, University of Tyumen, Tyumen, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4396-274X>; e-mail: valgam@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 31.10.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 30.01.23.

Принята к печати / Accepted: 14.02.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-54-63

# КРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ

Н. И. Пак<sup>1</sup> ✉, Е. Г. Дорошенко<sup>1</sup>, Т. А. Степанова<sup>1</sup>, А. А. Сыромятников<sup>1</sup><sup>1</sup> Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, г. Красноярск, Россия

✉ nik@kspu.ru

## Аннотация

Глобализация всех сфер деятельности образовательных систем определяет необходимость создания простых и доступных средств мониторинга и оценки качества объектов и ресурсов. В частности, в связи с необходимостью интенсификации процессов цифровой трансформации образования важны оценочные процедуры определения качества цифровых образовательных сред (ЦОС). Цель работы — обосновать подход и описать процедуру мониторинга ЦОС образовательных учреждений на основе доступных облачных сервисов, обеспечивающих удобный сбор, накопление и обработку статистических и мониторинговых показателей.

Принята проективная критериальная модель системы оценки и мониторинга качества ЦОС, которая опирается на результаты самооценки образовательной организации и внешней экспертной оценки. Главной особенностью модели является участие организаций и внешних экспертов в процессе конструирования критериальных рубрик, проведения и анализа результатов мониторинга. Для самооценки ЦОС и экспертной оценки сайта образовательной организации используется сервис Yandex Forms, позволяющий осуществлять конвертацию собранных данных в электронные таблицы. Путем объединения данных и их статистической обработки можно получить показатели по различным срезам и рейтингам, проводить сводную кластеризацию ЦОС исследуемых организаций по трем уровням: низкий, средний, высокий.

Предложенная модель была реализована в оценке ЦОС практик дополнительного образования детей. Для определения количественных и качественных показателей ЦОС и официальных сайтов организаций дополнительного образования были созданы анкеты в Yandex Forms, заполняемые представителями исследуемых организаций. Пробное тестирование показало технологичность и простоту сбора, обработки и доставки пользователям мониторинговых данных.

Проективная критериальная модель оценки качества ЦОС организаций дополнительного образования может быть использована для многих других исследований, связанных с критериальными оценочными мероприятиями.

**Ключевые слова:** цифровая образовательная среда, критериальная модель оценки качества цифровой образовательной среды, критерии качества цифровой образовательной среды.

## Для цитирования:

Пак Н. И., Дорошенко Е. Г., Степанова Т. А., Сыромятников А. А. Критериальная модель оценки качества цифровой образовательной среды с использованием облачных сервисов. *Информатика и образование*. 2023;38(3):54–63. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-54-63

## A CRITERIAL MODEL FOR ASSESSING THE QUALITY OF THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT USING CLOUD SERVICES

N. I. Pak<sup>1</sup> ✉, E. G. Doroshenko<sup>1</sup>, T. A. Stepanova<sup>1</sup>, A. A. Syromyatnikov<sup>1</sup><sup>1</sup> Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia

✉ nik@kspu.ru

## Abstract

Globalization of all spheres of activity of educational systems determines the need to create simple and accessible tools for monitoring and evaluating the quality of objects and resources. In particular, due to the need to intensify the processes of digital transformation of education, it is important to assess the quality of digital educational environments (DEE). The aim of the work is to substantiate the approach and describe the procedure for monitoring of DEE of educational institutions based on the available cloud services, providing convenient collection, accumulation, and processing of statistical and monitoring indicators.

The projective criterial model of the system of assessment and monitoring of the quality of DEE, which is based on the results of self-assessment of the educational organization and external expert evaluation, was adopted. The main feature of the model is the participation of organizations and external experts in the process of designing criterion rubrics, conducting and analyzing the results

© Пак Н. И., Дорошенко Е. Г., Степанова Т. А., Сыромятников А. А., 2023

of monitoring. Yandex Forms service is used for self-assessment of DEE and expert evaluation of the educational organization website which allows converting of the collected data into spreadsheets. By combining the data and their statistical processing it is possible to obtain indicators for different slices and ratings, to conduct a summary clustering of the DEE of the studied organizations by three levels: low, average, and high.

The proposed model was implemented in the assessment of DEE practices of supplementary education for children. To determine the quantitative and qualitative indicators of the DLE and the official sites of additional education organizations we created questionnaires in Yandex Forms filled in by the representatives of the studied organizations. Pilot testing showed that the collection, processing, and delivery of monitoring data to users was technologically simple and easy.

The projective criterial model for assessing the quality of the DEE of supplementary education organizations can be used for many other studies related to criterion-based assessment activities.

**Keywords:** digital educational environment, criterial model for assessing the quality of digital educational environment, quality criteria for digital educational environment.

**For citation:**

Pak N. I., Doroshenko E. G., Stepanova T. A., Syromyatnikov A. A. A criterial model for assessing the quality of the digital educational environment using cloud services. *Informatics and Education*. 2023;38(3):54–63. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-54-63

## 1. Введение

Цифровая образовательная среда (ЦОС) — система информационно-образовательных ресурсов и инструментов, обеспечивающих условия реализации образовательных программ образовательного учреждения. В контексте цифровой трансформации образования многомерная оценка состояния ЦОС должна стать полезным инструментом управления ее качеством. Основная проблема оценки качества ЦОС заключается в несостоятельности количественного подхода к ресурсам и технологиям, который не позволяет в полной мере решать задачи развития среды и организации в целом. В этой ситуации необходимо дополнить самооценку количественных характеристик ЦОС внешней экспертной оценкой качественных характеристик среды.

Поскольку дополнительное образование — это открытая, сложная, многофункциональная и многоуровневая социально-педагогическая система, необходимо обеспечивать непрерывное развитие и актуализацию системы оценивания и мониторинга ЦОС организаций дополнительного образования на основе проективного подхода.

Цель статьи — обосновать проективную критериальную модель мониторинга ЦОС образовательных учреждений дополнительного образования детей на основе доступных облачных сервисов, обеспечивающих удобный сбор, накопление и обработку статистических и мониторинговых показателей.

## 2. Материалы и методы

В последнее время исследователи все чаще стали обращать внимание на экспертизу и управление качеством информационно-образовательных сред образовательных организаций. Вопросам формирования структуры информационно-образовательной среды на системной основе посвящены работы С. Л. Атанасяна, С. Г. Григорьева, В. В. Гриншкуна, М. Г. Сороковой, М. А. Одинцовой, Н. П. Радчиковой [1–3]. В исследовании А. В. Соловова и А. А. Меньшиковой рассматриваются организационно-технические и дидактические аспекты функционирования цифровых образовательных сред [4]. Проблеме проектиро-

вания системы мониторинга развития цифровой образовательной среды практик дополнительного образования детей посвящены работы В. А. Адольфа, М. Яновой, Ю. Оленцовой, М. Зайцевой, Л. М. Турановой, Б. Е. Стариченко, А. А. Стюгина [5–8]. В ряде публикаций [9, 10] анализируются педагогические, психологические и социальные возможности, которые предоставляет организация дополнительного образования в цифровой среде, описываются варианты применения цифровых сред на традиционных занятиях в офлайн-форме, а также при организации полностью цифровых форм проведения занятий. Исследователями выявляется постоянно пополняющееся множество качественных характеристик цифровой образовательной среды, влияющих на результаты образовательного процесса.

В связи с этим возникает проблема формирования открытой и технологичной системы оценивания цифровых образовательных сред, предполагающей возможности сравнительного анализа их качества на основе изменяемого списка критериев, формируемого сообществом экспертов.

Для решения этой проблемы можно использовать итоги теоретических исследований и накопленный практический опыт в области *критериального оценивания* результатов образования. В работах М. А. Пинской рассматриваются принципы реализации критериального оценивания в сфере образования [11, 12]. Теоретико-методологические характеристики управления качеством образования, а также опыт реализации критериальной модели управления качеством образования представлены в исследованиях В. А. Болотова, Н. В. Носовой, А. М. Новикова, М. А. Ступницкой и др. [13–16].

В основе *критериального оценивания* лежит описание рубрики, которая дает четкое представление об ожидаемом результате, например, цели учебной деятельности, цели выполнения проекта или цели функционирования образовательной среды. Рубрика представляет собой перечень критериев, каждый из которых связан с определенной задачей, работающей на достижение общей цели. Критерии описываются с помощью дескрипторов, определяющих степень приближения к решению задачи. При описании дескрипторов показываются

ся шаги по достижению наилучшего результата, каждый шаг оценивается количеством баллов: чем ближе результат к эталонному решению задачи, тем больше балл по критерию. Для того чтобы понять, что представляет собой эталонный результат, к которому следует стремиться, достаточно прочесть все самые «дорогие» дескрипторы каждого критерия. При этом на любом этапе работы субъект, деятельность которого оценивается, может самостоятельно оценить полученный результат и понять, что необходимо доработать. Использование критериального оценивания качества цифровой образовательной среды решает следующие задачи:

- определение текущего уровня развития ЦОС;
- отслеживание прогресса и коррекция траектории развития;
- мотивирование к устранению имеющихся проблем;
- дифференцирование значимости различных видов деятельности;
- обеспечение обратной связи между органами управления, организацией, обучающимися и родителями.

На этапе формирования критериальной рубрики представляет интерес применение *метода пирамиды Б. Минто*. Суть метода заключается в выборе основного вопроса (или ситуации), делящегося на ряд проблем и задач, которые далее также разделя-

ются на части до тех пор, пока разбивка не приведет к конкретным решениям. Высокая эффективность метода пирамиды для мониторинговых и оценочных процедур при оценке качества цифровых образовательных сред отмечается в работе [17].

## 2.1. Описание критериев (формирование дерева вопросов)

Покажем результат применения пирамиды Б. Минто для определения элементов системы критериального оценивания и мониторинга ЦОС практик дополнительного образования детей. Ниже представлено формирование иерархического дерева вопросов, приводящего нас к описанию критериев и шкал дескрипторов.

Первый уровень вопросов позволяет определить основные компоненты для системы оценивания: результативность, функции, структура ЦОС организации дополнительного образования детей (ДОД) (рис. 1).

Отвечая на поставленные вопросы, на примере ветви «Структура ЦОС», мы приходим к определению структуры ЦОС организации дополнительного образования детей и выделяем четыре направления, определяющих группы критериев:

- материально-техническая база;
- информационные системы;
- управление образованием;
- информационно-образовательные ресурсы.

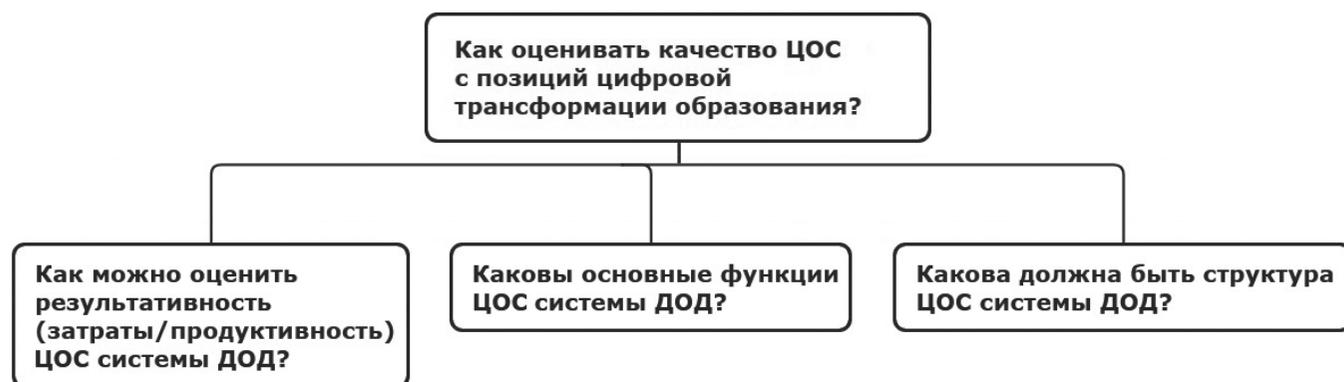


Рис. 1. Фрагмент дерева вопросов. Первый уровень

Fig. 1. Fragment of the question tree. First level

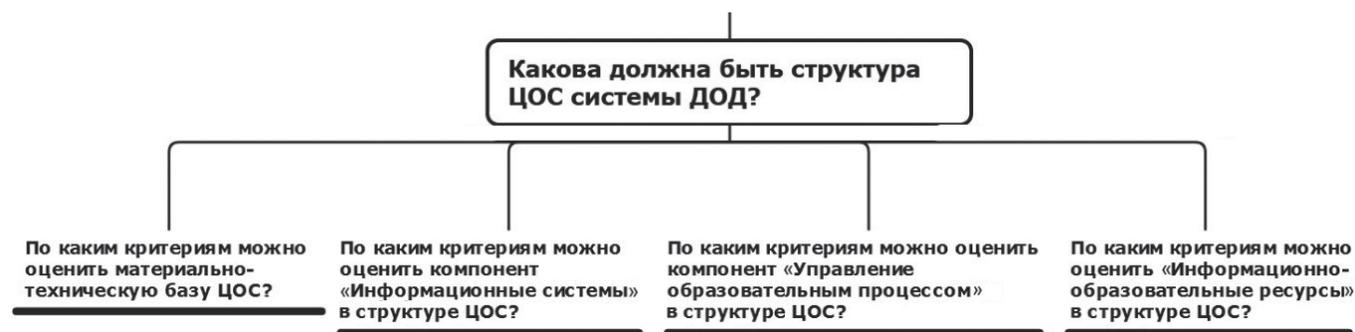


Рис. 2. Фрагмент дерева вопросов. Второй уровень

Fig. 2. Fragment of the question tree. Second level

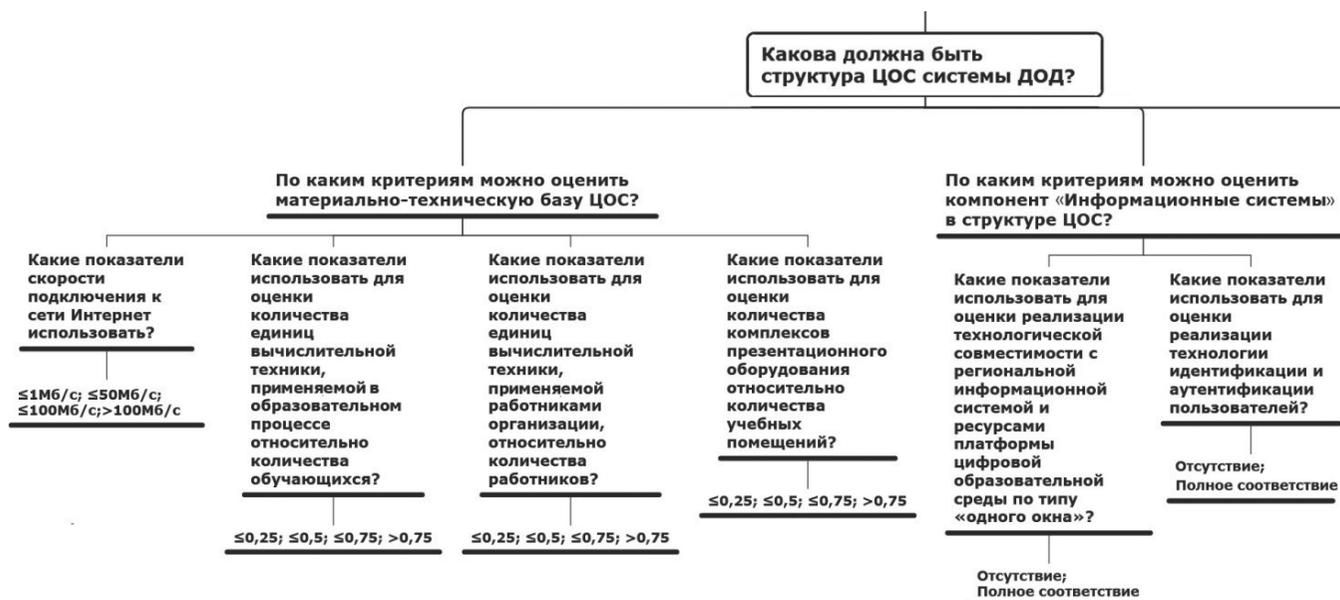


Рис. 3. Фрагмент дерева вопросов. Уровень определения дескрипторов

Fig. 3. Fragment of the question tree. Level of descriptor definition

Таким образом, получаем второй уровень вопросов в дереве вопросов (рис. 2), ответы на которые определяют критерии оценивания.

Определив критерии оценивания, продолжаем строить дерево вопросов, и следующий уровень определяем дескрипторы по выделенным критериям (рис. 3).

Сайт образовательной организации является ключевым компонентом ЦОС, через сайт реализуется ее основные функции:

- ресурсная — размещение и хранение структурированного учебного контента и информации для управления обучением;
- коммуникационная — обеспечение доступа обучающихся и педагогов к контенту, коммуникация субъектов образовательного процесса, обеспечение cooperative learning;
- инструментальная — обеспечение обучающихся инструментальными программами и приложениями, необходимыми для выполнения учебных заданий;

- организационная — обеспечение для преподавателя возможности управления процессом обучения.

Поэтому оценивание официального сайта организации является важным элементом в системе оценивания ЦОС организации дополнительного образования детей. Дерево критериев качества сайта (аналогично листу мониторинга) также может быть разработано с использованием метода пирамиды Б. Минто. Эксперты должны оценить привлекательность сайта для школьников и их родителей. Ключевой вопрос: какими характеристиками должен обладать сайт, чтобы ученики и их родители захотели выбрать данную организацию для получения дополнительного образования?

Первый уровень вопросов определяет особенности тех характеристик контента сайта организации дополнительного образования, которые свойственны любому сайту: оформление, структура, содержание, обратная связь (рис. 4).

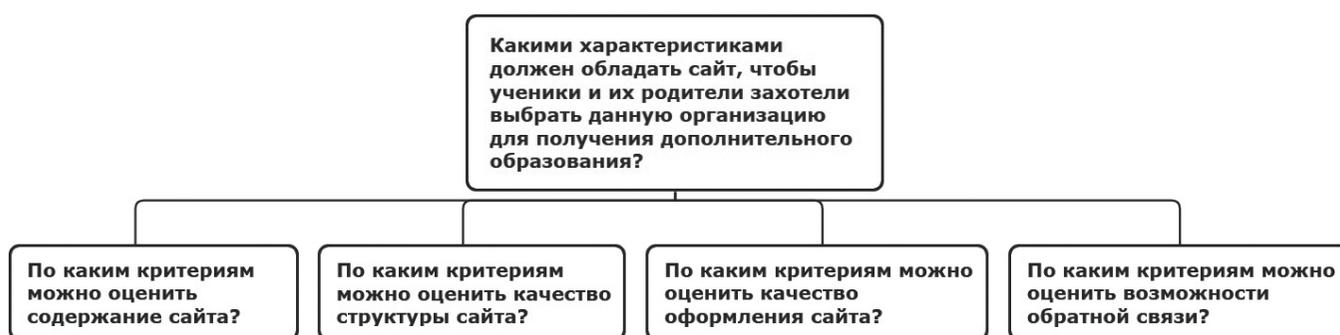


Рис. 4. Фрагмент дерева вопросов для определения критериев оценки сайта. Первый уровень

Fig. 4. Fragment of the question tree to determine the criteria for evaluating the site. First level

Второй уровень вопросов позволяет определить критерии оценивания и их показатели (рис. 5).

Таким образом, формируются два информационных вектора критериев качества:

- $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  — для критериев самооценивания;
- $(y_1, y_2, \dots, y_n)$  — для критериев экспертной оценки сайта образовательного учреждения (рис. 6).



Рис. 5. Фрагмент дерева вопросов для определения критериев оценки сайта. Второй уровень  
 Fig. 5. Fragment of the question tree to determine the criteria for evaluating the site. Second level

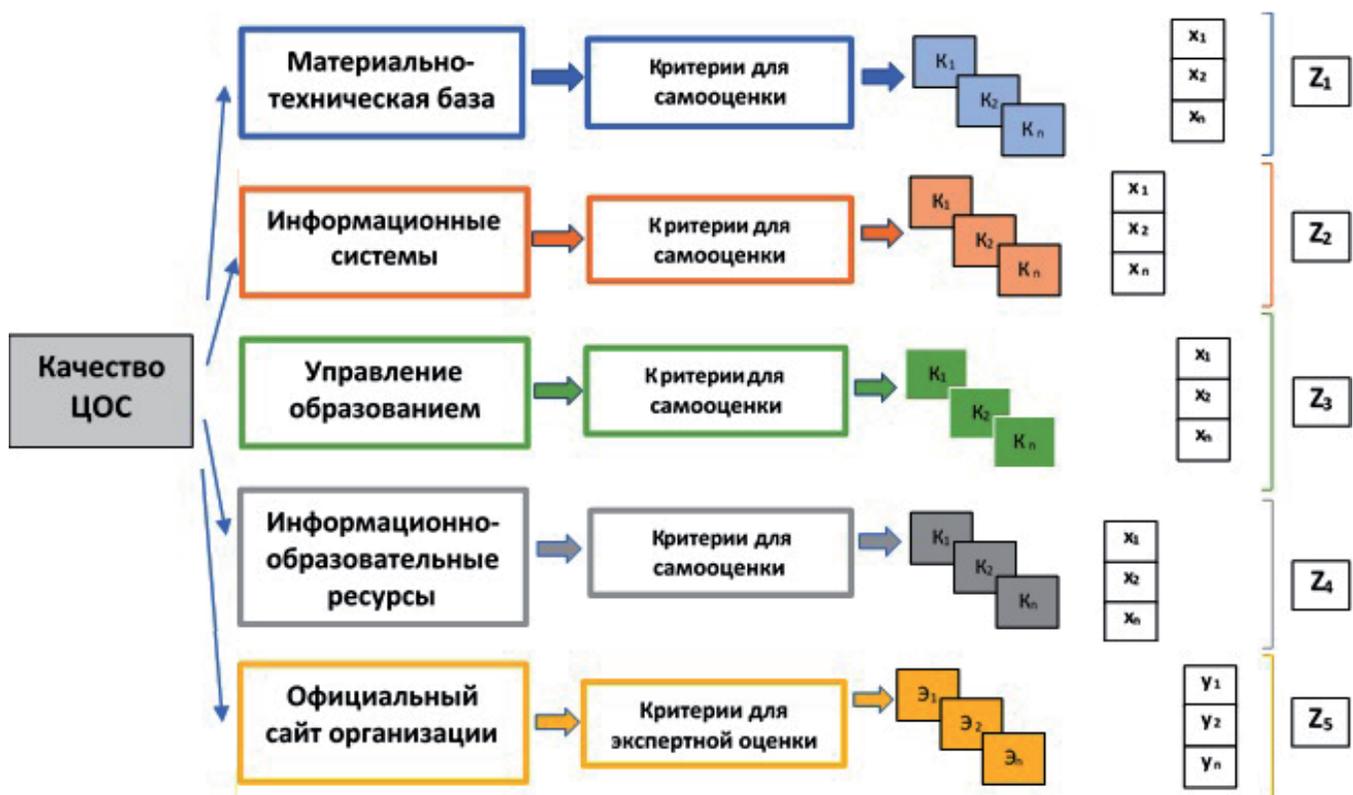


Рис. 6. Формирование информационных векторов критериев качества  
 Fig. 6. Formation of information vectors of quality criteria

## 2.2. Статистическая обработка данных

На основе значений оценки показателей качества ЦОС рассчитывается итоговая рейтинговая оценка конкретной организации:

$$R = \sum x_i + \sum y_i.$$

Кроме того, можно определить оценочный балл по каждому из выделенных пяти направлений:  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5$ . Эти данные позволяют задать признаки для каждого исследуемого объекта в виде  $w = (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5)$ . Следовательно, допустима формализованная математическая постановка задачи.

Дано множество  $K$  объектов с заданными качествами из 5 характеристик:

$$(z_1, z_2, z_3, z_4, z_5): \{w_j\}_{j=1}^k = (z_1^j, z_2^j, z_3^j, z_4^j, z_5^j).$$

Признаки объекта задаются численными значениями из заданного интервала  $x_i \in [a_i, b_i]$ . Определим три класса объектов:

- $\Omega_1$  — класс с низким качеством;
- $\Omega_2$  — класс со средним качеством;
- $\Omega_3$  — класс с высоким качеством.

Следует распределить заданные объекты по указанным классам (провести кластеризацию), используя расстояние (меру сходства) между двумя объектами по метрике городских кварталов:

$$r_i = \sum_{i=1}^n |p_i - q_i|,$$

здесь  $p_i$  и  $q_i$  — признаки двух объектов.

После проведения процедуры оценки характеристик ЦОС для каждой организации формируем ее оценочный след в виде признаков  $(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5)$ .

## 2.3. Сводная кластеризация данных

Для распознавания принадлежности рассматриваемого объекта к одному из классов (с низким, средним или высоким качеством) была разработана специальная программа. Она состоит из трех модулей:

- модуль исходных данных;
- модуль кластеризации;
- модуль распознавания и обучения.

В модуле исходных данных задаем первоначальное количество объектов  $K$  и для каждого признака  $[a_i, b_i]$  определяем интервалы его возможных значений ( $i = 1, \dots, n$ ). Для реализации модифицированного горного алгоритма кластеризации примем ведущие представители классов:

- для класса 1 —  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ ;
- для класса 2 —  $[(b_1 - a_1)/2, (b_2 - a_2)/2, \dots, (b_n - a_n)/2]$ ;
- для класса 3 —  $(b_1, b_2, \dots, b_n)$ .

В модуле кластеризации имеется два способа задания объектов:

1. Для каждого объекта формируем его признаки  $z_i$  в интервале  $[a_i, b_i]$  случайным образом.
2. Признаки каждого объекта вводим «вручную» или считываем из заполненных анкет в Yandex Forms.

Алгоритм кластеризации используется классический: распределение заданных объектов происходит по принципу их сходства с представителями классов. Результатом кластеризации являются три множества (класса) объектов с низким, средним и высоким качеством, которые сохраняются в базе данных на внешнем устройстве памяти [18].

Текущий исследуемый объект идентифицируется в модуле распознавания, далее определяется его принадлежность к одному из созданных в предыдущем модуле классов, и объект добавляется в этот класс.

## 2.4. Проективная система критериального оценивания

Характерной чертой критериального оценивания в учебном процессе является то, что критерии обсуждаются с учащимися и принимаются в ситуации так называемого «общественного договора». Общественный договор можно использовать также и при критериальном оценивании образовательных сред, требования к которым в современных условиях постоянно изменяются в соответствии с запросами государства и общества, с развитием информационных технологий.

В этом случае при проектировании критериальных рубрик для оценивания ЦОС будет реализовываться *проективный подход*, который предполагает участие самих организаций в процессе настройки, проведения мониторинга и анализа его результатов.

Проективные системы разрабатываются и функционируют на основе следующих принципов:

- открытой архитектуры (реконструкция без «капитального ремонта»);
- рекурсивности (проектирование «самого себя»);
- информационной открытости;
- свободы и ответственности (каждый может стать участником проекта, принимая кодекс сообщества);
- непрерывности и эволюционности (система не ждет завершения проекта, эксплуатируется и непрерывно развивается) [19, 20].

Благодаря проективной системе критериального оценивания ЦОС представители организаций дополнительного образования и независимые эксперты получают возможность на основе анализа критериальных рубрик существующей версии системы оценивания предлагать варианты их изменения или дополнения.

## 2.5. Критериальная модель оценки качества ЦОС

Для критериального оценивания ЦОС представителями тех организаций, где используются эти среды, и критериального оценивания официального сайта организации внешними экспертами целесообразно использовать общедоступные облачные сервисы для проведения опросов, поскольку они соответствуют следующим требованиям:

- кроссплатформенность;
- бесплатность;
- доступность — возможность удаленной совместной работы разработчиков и предостав-

ление доступа по ссылке для широкого круга респондентов;

- функциональность — включение вопросов различных типов, возможность выгружать накопленную информацию в форматах, допускающих статистическую обработку информации и построение инфографики.

Всем этим требованиям соответствует российский сервис Yandex Forms. Включение открытых вопросов позволяет получать обратную связь от респондентов по темам, связанным со структурой и содержанием критериальных рубрик.

Информация, собранная с помощью сервиса Yandex Forms, выгружается в виде электронных таблиц и объединяется в базу данных, хранящуюся на сервере под управлением СУБД MySQL. Для получения визуализированной информации о результатах мониторинга разработан сайт. Зарегистрированный на сайте участник имеет возможность ознакомиться с результатами мониторинга. Представители министерств и ведомств могут получать различные аналитические отчеты по отдельным организациям, муниципалитетам, регионам.

После прохождения процедуры регистрации организация может указывать свои данные, получив ссылку на Yandex Forms. Данные об организации вносятся в разделе «Форма для заполнения мониторинга» и отсылаются администратору. Он проверяет правильность введенной информации, и пользователю отсылается либо протокол ошибок, либо сообщение о том, что в предоставленных данных ошибок не обнаружено. Затем отчет добавляется в раздел «Список учреждений дополнительного образования». В разделе «Результаты мониторинга пользователя»

отображаются текущие результаты мониторинга этого пользователя, представленные в виде лепестковой диаграммы, и аналитическое заключение об уровне качества его ЦОС, полученное в результате кластеризации. В разделе «Статистика» содержатся сводные отчеты полученных результатов по отдельным организациям, муниципалитетам, регионам.

Таким образом, сайт мониторинга ЦОС учреждений дополнительного образования позволяет хранить обработанные данные мониторинга и представлять различные виды отчетов по имеющимся данным. Проверка корректности введенной пользователем информации и размещение ее на сайте, обработка результатов мониторинга для последующей кластеризации и визуализации, получение и оформление необходимых отчетов — эта и прочая аналитика организуется на рабочем месте администратора.

### 3. Результаты

Критериальную модель оценки качества ЦОС можно описать как последовательность следующих шагов:

1. Разработчики системы оценивания формируют первоначальную критериальную модель оценки качества ЦОС организации дополнительно образования как описание характеристик типичных цифровых образовательных сред и сайтов образовательных организаций низкого, среднего и высокого уровня качества.
2. В онлайн-сервисе Yandex Forms разрабатывается форма опросов для самооценки характеристик ЦОС отдельных организаций и форма для внешней экспертной оценки сайта образовательной организации. Обе формы позволяют

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Внесенные значения	Количественные результаты	Балл	Вес	Взвешенные баллы	Итоговый балл по группе критериев	Нормированный итоговый балл по группе критериев	Итоговый балл организации	Нормированный балл организации	Итоговый результат мониторинга, полученный в результате кластеризации
2	ID	1024							2337,50	83,48	Среднее качество цифровой образовательной среды
3	Время создания	2022-08-02 10:18:23									
4	Время изменения	2022-08-02 10:18:23									
5	Название организации	КРАСНОЯРСКИЙ КРАЕВОЙ ДВОРЕЦ ПИОНЕРОВ									
6	Населенный пункт	Красноярск, Красноярский край, Россия									
7	<b>Материально-техническая база</b>						537,50	82,69			
8	Количество работников	40	40								
9	Количество обучающихся	400	350,00								
10	Количество учебных помещений	10	15,00								
11	Количество единиц вычислительной техники, используемой в	100	100								
12	Количество единиц вычислительной техники, используемой работниками организации	20	20								
13	Количество комплексов презентационного оборудования	10	10								
14	Количество всех занятий в образовательной организации	500	500								
15	Количество учебных занятий, проходящих с использованием презентационного оборудования и вычислительной техники	200	200								
16	Количество лицензий на использование специализированного программного обеспечения для функций управления организацией и образовательным процессом	100	100	100	0,5	50					
17	Скорость подключения к сети Интернет	>100Мб/с	100,00	100,00	1	100					

Рис. 7. Фрагмент электронной таблицы с результатами оценивания ЦОС организации

Fig. 7. Fragment of the spreadsheet with the results of the evaluation of the organization's DEE

- получать обратную связь от респондентов по вопросам, связанным со структурой и содержанием критериальных рубрик.
- Проводится сбор информации от представителей организаций дополнительного образования и внешних экспертов.
  - Данные из систем оценивания выгружаются в форме электронных таблиц и подвергаются слиянию (рис. 7). Производится статистическая обработка объединенных данных, кластеризация организаций с выделением уровней (низкий, средний, высокий).
  - Производится визуализация полученных результатов в виде графиков и диаграмм для аналитических отчетов по отдельным организациям, муниципалитетам, регионам (рис. 8).



Рис. 8. Пример диаграммы с результатами оценивания ЦОС организации

Fig. 8. Example of a diagram with the results of the evaluation of the organization's DEE

- Данные мониторинга публикуются на сайте, специально созданном для проекта.
- Разработчики анализируют и обобщают результаты обратной связи, полученной в ходе ответов на открытые вопросы по уточнению критериальных рубрик.
- Результаты анализа обратной связи учитываются при разработке критериальных рубрик для мониторинга в следующем периоде.
- По информации, накопленной за несколько периодов, визуализируется динамика изменения

качества ЦОС и сайтов на уровне отдельных организаций, муниципалитетов, регионов.

Выбранная стратегия мониторинга дает описание текущего состояния ЦОС и официального сайта отдельной организации ДОД, муниципальной, региональной и федеральной системы ДОД в целом на момент заполнения анкет, выявления критериальных показателей и получения данных (низкое, среднее и высокое качество). Создание базы этих состояний во времени позволяет проследить динамику их изменений по компонентам и в целом, а также экстраполировать для формирования прогнозов.

#### 4. Выводы

Описанная проективная критериальная модель системы оценки и мониторинга качества ЦОС организаций ДОД обеспечивает технологичность и простоту всех сопутствующих мероприятий. Привлечение самих организаций в процесс настройки, проведения мониторинга и анализа его результатов обеспечивает проективность модели, что является ее главным достоинством в объективизации оценочных процедур. Простота и доступность в реализации предложенной модели достигаются за счет использования широко распространенных инструментов. Созданные макросы позволяют легко осуществлять статистические манипуляции с полученными данными, получать показатели по различным срезам и рейтингам, проводить сводную кластеризацию всех исследуемых организаций по трем уровням качества: низкий, средний, высокий.

Тестовые версии рассмотренной модели были реализованы в оценке ЦОС практик ДОД. Была создана анкетная форма для определения количественных и качественных показателей ЦОС, заполняемая представителями исследуемой организации, и форма для оценивания официальных сайтов организаций дополнительного образования, заполняемая внешними экспертами.

Пробное тестирование показало технологичность и простоту сбора, обработки и доставки пользователям мониторинговых данных. Критериальная модель оценки качества ЦОС организаций ДОД может быть использована для многих других исследований, связанных с критериальными оценочными мероприятиями.

#### Финансирование

Исследование выполнено по проекту «Создание национальной системы мониторинга развития цифровой образовательной среды практик дополнительного образования детей», который реализуется при финансовой поддержке Министерства просвещения Российской Федерации, в рамках государственного задания № 073-00052-21-01.

#### Funding

The study was conducted under the project “Creating a national system for monitoring the development of digital educational environment practices of supplementary education for children”, which is implemented with financial support from the RF Ministry of Education, under State Task No 073-00052-21-01.

## Список источников / References

1. Атанасян С. Л. Формирование информационной образовательной среды педагогического вуза: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. М.; 2009. 498 с. EDN: QEWDDBX  
[Atanasyan S. L. The formation of an information educational environment of a pedagogical university. Doctor ped. sci. diss.: 13.00.02. Moscow, 2009. 498 p. (In Russian.) EDN: QEWDDBX]
2. Атанасян С. Л., Григорьев С. Г., Гриншкун В. В. Проектирование структуры информационной образовательной среды педагогического вуза. *Информатика и образование*. 2009;(3):90–96. EDN: OYXBFR  
[Atanasyan S. L., Grigoriev S. G., Grinshkun V. V. Designing the structure of information educational environment of pedagogical university. *Informatics and Education*. 2009;(3):90–96. (In Russian.) EDN: OYXBFR]
3. Сорокова М. Г., Одинцова М. А., Радчицова Н. П. Шкала оценки цифровой образовательной среды (ЦОС) университета. *Психологическая наука и образование*. 2021;26(2):52–65. EDN: ZUZPKK. DOI: 10.17759/pse.2021260205  
[Sorokova M. G., Odintsova M. A., Radchikova N. P. Scale of assessing university digital educational environment (AUDEE scale). *Psychological Science and Education*. 2021;26(2):52–65. (In Russian.) EDN: ZUZPKK. DOI: 10.17759/pse.2021260205]
4. Соловов А. В., Меньшикова А. А. Модели проектирования и функционирования цифровых образовательных сред. *Высшее образование в России*. 2021;30(1):144–155. EDN: NUHTID. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-1-144-155  
[Solovov A. V., Menshikova A. A. Models for the design and operation of digital educational environments. *Higher Education in Russia*. 2021;30(1):144–155. (In Russian.) EDN: NUHTID. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-1-144-155]
5. Adolf V., Yanova M., Olentsova J., Zaitseva M. Monitoring of children's independent work in the system of additional education using digital technologies. *Proc. II Int. Sci. Conf. on Advances in Science, Engineering and Digital Education (ASEDU-II 2021)*. Melville, NY, USA, AIP Publishing LLC; 2022;2647(1):050017. DOI: 10.1063/5.0104764
6. Adolf V., Turanova L., Styugin A. Monitoring the digital educational environment in the context of education transformation. *Proc. II Int. Sci. Conf. on Advances in Science, Engineering and Digital Education (ASEDU-II 2021)*. Melville, NY, USA, AIP Publishing LLC; 2022;2647(1):040021. DOI: 10.1063/5.0104548
7. Туранова Л. М., Стариченко Б. Е., Стюгин А. А. Мониторинг развития цифровой образовательной среды практик дополнительного образования детей. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева; 2021. 140 с. EDN: URTJEX  
[Turanova L. M., Starichenko B. E., Styugin A. A. Monitoring the development of the digital educational environment of additional education practices for children. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev; 2021. 140 p. (In Russian.) EDN: URTJEX]
8. Адольф В. А., Туранова Л. М., Стюгин А. А., Трусей И. В. Подходы к проектированию системы мониторинга развития цифровой образовательной среды практик дополнительного образования детей. *Сибирский педагогический журнал*. 2021;(5):7–16. EDN: EAFFTM. DOI: 10.15293/1813-4718.2105.01  
[Adolf V. A., Turanova L. M., Styugin A. A., Trusei I. V. Designing a system of monitoring for the digital learning environment in supplementary education for children. *Siberian Pedagogical Journal*. 2021;(5):7–16. (In Russian.) EDN: EAFFTM. DOI: 10.15293/1813-4718.2105.01]
9. Крупа Т. В., Лебедев А. А., Обухов А. С. Организация дополнительного образования школьников в цифровой среде: обзор исследований. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Педагогика и психология*. 2021;(3(57)):182–202. EDN: PVRADG. DOI: 10.25688/2076-9121.2021.57.3.10  
[Krupa T. V., Lebedev A. A., Obukhov A. S. Organization of beyond the classroom education of schoolchildren in the digital environment: Research overview. *MCU Journal of Pedagogy and Psychology*. 2021;(3(57)):182–202. (In Russian.) EDN: PVRADG. DOI: 10.25688/2076-9121.2021.57.3.10]
10. Керша Ю. Д., Обухов А. С. Современные концепции изучения мотивации и самоэффективности школьников в онлайн-форматах реализации дополнительного образования. *Проблемы современного образования*. 2021;(5):35–48. EDN: EGRVDR. DOI: 10.31862/2218-8711-2021-5-35-48  
[Kersha Yu. D., Obukhov A. S. Contemporary concepts of studying schoolchildren's motivation and self-effectiveness within online formats implemented in additional education. *Problemy sovremennoogo obrazovaniya*. 2021;(5):35–48. (In Russian.) EDN: EGRVDR. DOI: 10.31862/2218-8711-2021-5-35-48]
11. Пинская М. А. Формирующее оценивание: оценивание в классе. М.: Логос; 2010. 264 с.  
[Pinskaya M. A. Formative assessment: assessment in the classroom. Moscow, Logos; 2010. 264 p. (In Russian.)]
12. Кравцова И. Л., Пинская М. А. Критериальное оценивание входит в практику отечественной школы. *Народное образование*. 2012;(2(1415)):163–168. EDN: OVZCZR  
[Kravtsova I. L., Pinskaya M. A. Criterion-based assessment enters the practice of domestic schools. *Public Education*. 2012;(2(1415)):163–168. (In Russian.) EDN: OVZCZR]
13. Bolotov V., Valdman I., Kovaleva G., Pinskaya M. Russian quality assessment system in education. *Russian Education and Society*. 2015;57(7):531–571. EDN: WRGFMH. DOI: 10.1080/10609393.2015.1096145
14. Носова Н. В. Критериальная модель внутришкольного управления качеством образования старшеклассников: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Киров; 2009. 184 с. EDN: NJJOQX  
[Nosova N. V. Criterion model of intra-school management of the quality of education of high school students: Cand. ped. sci. diss.: 13.00.01. Kirov, 2009. 184 p. (In Russian.) EDN: NJJOQX]
15. Новиков А., Новиков Д. Качество образования: система внутренних и внешних оценок. *Народное образование*. 2007;(4(1367)):147–155. EDN: IAYAQV  
[Novikov A., Novikov D. Quality of education: A system of internal and external evaluations. *Public Education*. 2007;(4(1367)):147–155. (In Russian.) EDN: IAYAQV]
16. Ступницкая М. А. Как повысить качество образования, применяя критериальное оценивание? *Народное образование*. 2015;(5(1448)):152–163. EDN: TWGUCZ  
[Stupnitskaya M. A. How to improve the quality of education using criteria-based assessment *Public Education*. 2015;(5(1448)):152–163. (In Russian.) EDN: TWGUCZ]
17. Пак Н. И., Бархатова Д. А., Хегай Л. Б. Метод пирамиды в условиях цифровизации образования. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2022;19(1):7–19. EDN: BCYUGN. DOI: 10.22363/2312-8631-2022-19-1-7-19  
[Pak N. I., Barkhatova D. A., Khagai L. B. The pyramid method in the conditions of the digitalization of education. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2022;19(1):7–19. (In Russian.) EDN: BCYUGN. DOI: 10.22363/2312-8631-2022-19-1-7-19]
18. Миркин Б. Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений. М.: Издательский дом Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»; 2011. 88 с. EDN: QUSUXH  
[Mirkin B. G. Cluster analysis methods for decision support. Moscow, HSE Publishing House; 2011. 88 p. (In Russian.) EDN: QUSUXH]

19. Пак Н. И. Проективный подход в обучении как информационный процесс. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева; 2008. 112 с. EDN: ТРОНХЛ

[Pak N. I. The projective approach to learning as an information process. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev; 2008. 112 p. (In Russian.) EDN: ТРОНХЛ]

20. Гринберг Г. М., Николаева Ю. С., Хегай Л. Б. Проективно-рекурсивная технология разработки электронных образовательных ресурсов на основе кластерного подхода. Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева. 2017;(4(42)):36–48. EDN: ZWPOGR. DOI: 10.25146/1995-0861-2017-42-4-19

[Grinberg G. M., Nikolaeva Yu. S., Khagai L. B. Projective-recursive technology of the development of electronic learning resources on the basis of a cluster approach. *Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev*. 2017;(4(42)):36–48. (In Russian.) EDN: ZWPOGR. DOI: 10.25146/1995-0861-2017-42-4-19]

#### Информация об авторах

**Пак Николай Инсебович**, доктор пед. наук, канд. физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой информатики и информационных технологий в образовании, Институт математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6271-9243>; *e-mail*: [nik@kspu.ru](mailto:nik@kspu.ru)

**Дорошенко Елена Геннадьевна**, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры информатики и информационных технологий в образовании, Институт математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1228-6048>; *e-mail*: [doroshenko@kspu.ru](mailto:doroshenko@kspu.ru)

**Степанова Татьяна Анатольевна**, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры информатики и информационных технологий в образовании, Институт математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9782-3641>; *e-mail*: [step1350@mail.ru](mailto:step1350@mail.ru)

**Сыромyatников Алексей Александрович**, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры информатики и информационных технологий в образовании, Институт математики, физики и информатики, Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6439-4577>; *e-mail*: [syromyatnikov@kspu.ru](mailto:syromyatnikov@kspu.ru)

#### Information about the authors

**Nikolai I. Pak**, Doctor of Sciences (Education), Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Head of the Department of Informatics and Information Technologies in Education, Institute of Mathematics, Physics and Informatics, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6271-9243>; *e-mail*: [nik@kspu.ru](mailto:nik@kspu.ru)

**Elena G. Doroshenko**, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department of Informatics and Information Technologies in Education, Institute of Mathematics, Physics and Informatics, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1228-6048>; *e-mail*: [doroshenko@kspu.ru](mailto:doroshenko@kspu.ru)

**Tatyana A. Stepanova**, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department of Informatics and Information Technologies in Education, Institute of Mathematics, Physics and Informatics, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9782-3641>; *e-mail*: [step1350@mail.ru](mailto:step1350@mail.ru)

**Alexey A. Syromyatnikov**, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department of Informatics and Information Technologies in Education, Institute of Mathematics, Physics and Informatics, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6439-4577>; *e-mail*: [step1350@mail.ru](mailto:step1350@mail.ru)

*Поступила в редакцию / Received*: 08.11.22.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 06.02.23.

*Принята к печати / Accepted*: 14.02.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-64-77

# ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Е. В. Шевчук<sup>1</sup> ✉, А. В. Шпак<sup>1</sup><sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

✉ evshevch@mail.ru

## Аннотация

В настоящей статье авторами предложена технология цифровой трансформации процесса управления качеством промежуточной аттестации.

С учетом анализа опыта создания и внедрения моделей, технологий и систем, реализующих задачи информационного сопровождения и автоматизации промежуточной аттестации, представлен авторский вариант постановки задачи управления качеством процесса промежуточной аттестации в образовательном учреждении в контексте цифровой трансформации.

Цифровая трансформация процесса управления качеством промежуточной аттестации интерпретируется как трансформация самого процесса промежуточной аттестации, в том числе технологии его организации и проведения, нацеленная на проектирование и внедрение в рамках цифровой политики образовательного учреждения информационно-управляющей системы, в комплексе решающей задачи качественного сопровождения промежуточной аттестации (обеспечение актуальности, достоверности, целостности, правовой корректности, адресности, защиты информации) и управления процессом промежуточной аттестации (планирование, мониторинг, контроль, принятие решений по улучшению), минимизирующей коррупционные риски и формирующей цифровой след обучающихся.

На примере Сибирского государственного университета геосистем и технологий представлен опыт реализации технологии информационного сопровождения промежуточной аттестации и формирования цифрового следа обучающегося, отличающейся наличием функции самоконтроля качества информации. Эта функция сводит к минимуму различного рода риски потери качества информации, в том числе коррупционные.

Исходя из опыта автоматизации управления качеством процесса промежуточной аттестации в различных учебных заведениях в условиях разных моделей обучения (линейной, кредитной, смешанной), авторы представили ряд рекомендаций, которые могут быть полезны в процессе цифровой трансформации образовательных учреждений.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация, промежуточная аттестация, управление качеством процесса, автоматизация образовательных процессов.

## Для цитирования:

Шевчук Е. В., Шпак А. В. Цифровая трансформация процесса управления качеством промежуточной аттестации обучающихся. *Информатика и образование*. 2023;38(3):64–77. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-64-77

# DIGITAL TRANSFORMATION OF THE QUALITY MANAGEMENT PROCESS OF INTERMEDIATE CERTIFICATION OF STUDENTS

E. V. Shevchuk<sup>1</sup> ✉, A. V. Shpak<sup>1</sup><sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia

✉ evshevch@mail.ru

## Abstract

The article proposes a technology for the digital transformation of the quality management process of intermediate certification. The analysis of experience in creating and implementing models, technologies, and systems that implement the tasks of information support of the process of intermediate certification is carried out. Based on the analysis, the authors present their version of the problem of quality management of the process of intermediate certification in an educational institution in the context of digital transformation.

The digital transformation of the quality management process of the intermediate certification is interpreted as the transformation of the entire process of intermediate certification, the technology of its organization and conduction, aimed at design and implementation of an information management system in the framework of digital policy of educational institutions which solve the problem of quality information support of intermediate certification (ensuring relevance, reliability, integrity, legal correctness, addressability, information protection) and the problem of managing of the process of intermediate certification (planning, monitoring, control, decision-making to improve), minimizing corruption risks and forming a digital trail of students.

On the example of the Siberian State University of Geosystems and Technologies, the experience of implementing the technology of information support of intermediate certification and the formation of a student's digital footprint is presented. The technology is distinguished by the presence of the function of "self-control" of the quality of information, which minimizes various risks of loss of information quality, including corruption.

© Шевчук Е. В., Шпак А. В., 2023

Based on the experience of automating the quality management process of interim certification in various educational institutions under different learning models (linear, credit, mixed), the authors presented a number of recommendations that can be useful in the process of digital transformation of educational institutions.

**Keywords:** digital transformation, intermediate certification, process quality management, automation of educational processes.

**For citation:**

Shevchuk E. V., Shpak A. V. Digital transformation of the quality management process of intermediate certification of students. *Informatics and Education*. 2023;38(3):64–77. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-64-77

## 1. Введение

Процессы цифровой трансформации в образовании идут на протяжении нескольких лет и являются общемировым мегатрендом современного общества [1–4]. Проблемы, опыт и перспективы цифровизации в полной мере отражены в современных научных исследованиях, многие из которых дали значительные теоретические и практические результаты [5–11].

Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»<sup>\*</sup> определил цифровую трансформацию как одну из важнейших национальных целей развития страны. Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования, разработанная во исполнение названного Указа, в качестве одной из основных инициатив определила проект «Цифровой университет», направленный на создание и развитие цифровых сервисов, охватывающих все виды бизнес-процессов вуза с целью удовлетворения потребностей всех участников образовательного процесса<sup>\*\*</sup>. Процессы цифровой трансформации образовательных учреждений должны проводиться в соответствии со стратегическими направлениями цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования, при этом они не должны реализовываться лишь ради самого факта указанных преобразований. Цифровая трансформация должна быть направлена не только на минимизацию ручных операций и/или перевод бумажного документооборота на электронный, но также на решение следующих задач:

- повышение качества и эффективности различных видов деятельности в рамках образовательных учреждений;
- непрерывное улучшение бизнес-процессов образовательных учреждений;
- предупреждение возникновения различных несоответствий за счет совершенствования контуров управления, обеспечения надежности, актуальности, достоверности и целостности цифровых данных, использования эффективных интеллектуальных систем для принятия управленческих решений.

Таким образом, одним из этапов цифровой трансформации является формирование и распро-

странение новых, эффективных цифровых моделей и технологий управления бизнес-процессами.

В любом учреждении образования информационное и документационное сопровождение образовательного процесса обучающихся должно обеспечиваться как минимум от момента зачисления обучающегося до окончания им учебного заведения (или отчисления в связи с различными обстоятельствами). В рамках обозначенных задач цифровой трансформации подобное информационное сопровождение должно формировать цифровой след обучающегося [12, 13].

Как правило, этот цифровой след создается в процессе обучения по результатам проведения промежуточных аттестаций на основе документов учетного характера:

- зачетно-экзаменационных ведомостей и листов/направлений (далее все эти документы обозначаются как «ведомости»);
- зачетных книжек обучающихся;
- приложений к дипломам о получении образования и т. п.

Таким образом, на качество формирования цифрового следа обучающегося непосредственно влияет качество цифровой информации о результатах промежуточной аттестации, а в конечном итоге — качество организации всего процесса промежуточной аттестации в образовательном учреждении.

## 2. Информационное сопровождение промежуточной аттестации обучающихся

### 2.1. Типовые проблемы автоматизации процесса промежуточной аттестации обучающихся

В соответствии со статьей 58 Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» освоение образовательной программы сопровождается промежуточной аттестацией обучающихся, проводимой в формах, определенных учебным планом, и в порядке, установленном образовательной организацией<sup>\*\*\*</sup>.

В настоящее время в образовании накоплен богатый и разнообразный положительный опыт полной или частичной автоматизации процессов, связанных с промежуточной аттестацией: ведения электронных ведомостей, составления расписания промежуточной аттестации, обработки результатов сессий, учета успеваемости и т. п. [14–21]. Недостаточно освоена

\* Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>

\*\* Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования. 14 июля 2021 года. [https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT\\_ID=36749](https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT_ID=36749)

\*\*\* Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.02.2023). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)

автоматизация элементов управления процессом промежуточной аттестации [22–24], и, по мнению авторов, слабо изучены возможности управления качеством процесса в целом. Кроме того, остаются спорные вопросы, касающиеся рисков цифровизации процесса [3, 5, 6, 19–21]. Необходимо отметить, что часть нерешенных проблем относится непосредственно к технологиям организации процесса промежуточной аттестации, а не к технологиям его автоматизации.

Как правило, в отечественных образовательных учреждениях и в учебных заведениях стран ближнего зарубежья информационное сопровождение промежуточной аттестации включает в себя элементы как бумажного, так и электронного документооборота. При этом одной из проблем для многих учебных заведений остается обеспечение сопоставимости информации о результатах успеваемости на различных параллельных носителях: например, в электронных зачетных книжках обучающегося, в базе данных результатов его успеваемости, в бумажных ведомостях и др. [17–20]. К основным причинам частичной несопоставимости информации о результатах успеваемости на различных носителях исследователи относят:

- недостаточный уровень защиты информации;
- несовершенную технологию процесса синхронизации информации (например, неоптимальную организацию работы с электронными базами данных, ошибки ручного ввода информации);
- коррупционную составляющую.

По мнению многих исследователей, процессы проведения промежуточной аттестации, ведения электронных баз успеваемости, формирования цифрового следа обучающихся должны включать в себя технологии системной профилактики коррупционных проявлений и недопущения возникновения коррупционных рисков [25–28]. План противодействия коррупции, составленный Министерством науки и высшего образования Российской Федерации на 2021–2024 годы и утвержденный приказом Минобрнауки России

№ 885 от 27 сентября 2021 года<sup>\*</sup>, регламентирует мероприятия по снижению коррупционных рисков в образовательных учреждениях. Вопросы изучения процессов, подверженных коррупционным рискам, постоянно и подробно рассматриваются на соответствующих семинарах и конференциях [25, 27, 28].

К базовым мероприятиям, направленным на снижение коррупционных рисков в процессе промежуточной аттестации, исследователи относят следующие:

- контроль своевременности возврата/заполнения преподавателем ведомостей после проведения испытаний промежуточной аттестации;
- всесторонний анализ причин низкой успеваемости;
- контроль приема академических задолженностей;
- обеспечение информационной прозрачности процесса для всех его участников.

## 2.2. Анализ подходов к организации документооборота, сопровождающего процесс промежуточной аттестации обучающихся

В современных образовательных учреждениях используется несколько основных подходов к организации документооборота, сопровождающего промежуточную аттестацию. Самым распространенным является смешанный подход, основанный на использовании бумажного и электронного документооборота. Менее распространены подходы, основанные на использовании только бумажного или только электронного документооборота.

В таблице приведены общие характеристики технологий организации документооборота, сопровождающего промежуточную аттестацию, с описанием их сильных и слабых сторон, а также с характеристикой коррупционных рисков.

<sup>\*</sup> Приказ Минобрнауки России № 885 от 27 сентября 2021 года «Об утверждении Плана противодействия коррупции Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на 2021–2024 годы». <https://minobrnauki.gov.ru/upload/2022/07/Приказ%20885.pdf>

Таблица / Table

### Технологии организации документооборота, сопровождающего промежуточную аттестацию

#### Technologies for organizing workflow that accompanies intermediate certification

Описание технологии	Достоинства	Недостатки	Коррупционные риски
1. Бумажный документооборот			
Ведомости ведутся только в бумажном формате, заверяются подписями сотрудников деканата, кафедры и подписями преподавателей, проводящих промежуточную аттестацию. Ведомости создаются в ручном или частично автоматизированном режиме. Ведомости заполняются преподавателями в ручном режиме	Подход, хорошо знакомый преподавателям и сотрудникам, не требующий от участников процесса навыков использования информационно-коммуникационных технологий	1. Риски частичной несопоставимости информации о результатах промежуточной аттестации в различных отчетных документах в результате технических ошибок при ручном заполнении документов (при заполнении ведомостей, при переносе оценок в приложения к дипломам о получении образования и др.)	Контроль сопоставимости информации в различных отчетных документах осуществляется человеком, т. е. носит субъективный характер. Отслеживание несанкционированных изменений информации об успеваемости в документах с целью коррупционных намерений затруднено, так как

Продолжение таблицы /  
Continuation of the table

Описание технологии	Достоинства	Недостатки	Коррупционные риски
<p>Ведомости создаются, выдаются и хранятся физически в одном месте (например, в деканате).</p> <p>Ведется журнал выдачи/приема, учета ведомостей в бумажном формате</p>		<p>2. Риски дублирования и/или потери ведомостей, поскольку создание, контроль качества и хранение документов осуществляется сотрудниками одного отдела (например, деканата).</p> <p>3. Риски ошибок в процессе ручной обработки информации о результатах успеваемости, которая ведется с целью получения различных видов отчетов для управления процессом</p>	<p>создание и хранение ведомостей осуществляется в одном отделе (например, деканате)</p>
2. Смешанная форма документооборота (бумажный и электронный)			
<p>Ведомости ведутся в бумажном и электронном формате. Бумажные ведомости заверяются подписями сотрудников деканата, кафедры и подписями преподавателей, проводящих промежуточную аттестацию.</p> <p><i>Первый вариант</i> Бумажные ведомости формируются вручную: информация о дисциплине, группе, дате, экзаменаторе и т. п. вносится вручную. Преподаватель указывает в бумажной ведомости результаты промежуточной аттестации. В электронную ведомость результаты переносятся в ручном режиме (либо сотрудниками деканата, либо преподавателем).</p> <p><i>Второй вариант</i> Бумажные ведомости генерируются в полуавтоматическом или автоматическом режиме (со всей необходимой информацией из соответствующих электронных баз данных). Преподаватель вносит в электронную ведомость результаты промежуточной аттестации. Бумажная форма ведомости генерируется автоматически, результаты промежуточной аттестации автоматически переносятся из электронной ведомости в бумажную, после распечатки ведомость заверяется соответствующими подписями и печатью.</p> <p><i>Общее для первого и второго вариантов</i> Ведомости создаются, выдаются и хранятся физически в одном месте (например, в деканате).</p> <p>Ведется журнал выдачи/приема, учета бумажных ведомостей в бумажном и/или электронном формате</p>	<p>Подход, хорошо знакомый большинству преподавателей и сотрудников, используется во многих образовательных учреждениях.</p> <p>Он предусматривает возможность реализации технологий защиты информации в электронных базах данных и информационных системах.</p> <p>Ошибки ручного ввода частично исключаются в случае автоматизированной генерации ведомостей с использованием информации из электронных баз данных.</p> <p>Ведение электронных ведомостей позволяет автоматизировать получение различных видов отчетов для управления процессом</p>	<p>1. Риски частичной несопоставимости информации о результатах промежуточной аттестации в различных отчетных документах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>в первом варианте</i> — за счет ошибок ручного ввода (переноса) информации из бумажных ведомостей в электронные, осуществляемого оператором (например, сотрудником деканата);</li> <li>• <i>во втором варианте</i> — за счет ошибок ручного ввода результатов промежуточной аттестации в электронную ведомость, осуществляемого преподавателем.</li> </ul> <p>2. Риски дублирования и/или потери ведомостей, поскольку создание, контроль качества и хранение ведомостей осуществляют сотрудники одного отдела (например, деканата)</p>	<p>Контроль сопоставимости информации в бумажных и электронных ведомостях и других документах осуществляется человеком, т. е. носит субъективный характер.</p> <p>Отслеживание несанкционированных изменений информации об успеваемости в документах с целью выявления коррупционных намерений затруднено, так как доступ к редактированию, контролю, хранению информации на бумажных и электронных носителях сосредоточен в одном отделе (например, деканате)</p>

Описание технологии	Достоинства	Недостатки	Коррупционные риски
<b>3. Электронный документооборот</b>			
Ведомости ведутся и хранятся только в электронном формате. Ведомости генерируются автоматически с использованием информации из электронных баз данных (например, сотрудниками информационных служб или деканата). Результаты промежуточной аттестации вносятся в электронную ведомость преподавателем	Все преимущества ведения электронного документооборота с возможностями генерации различных отчетных форм	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Риски ошибок ручного ввода результатов промежуточной аттестации в электронную ведомость, осуществляемого преподавателем.</li> <li>2. Риски, связанные с трудностями управления конфликтами: <ul style="list-style-type: none"> <li>• несогласие с результатами промежуточной аттестации;</li> <li>• несоответствие отображения результатов успеваемости в разных электронных базах по причине отсутствия документов об успеваемости, альтернативных электронным версиям.</li> </ul> </li> <li>3. Риски, связанные с информационной безопасностью системы</li> </ol>	Отслеживание несанкционированных изменений информации об успеваемости (с целью выявления коррупционных намерений) в электронных базах затруднено, так как не предусмотрены альтернативные версии документов с результатами промежуточной аттестации

Исходя из приведенного сравнительного анализа технологий информационного сопровождения промежуточной аттестации, можно сделать вывод, что в условиях цифровой трансформации образовательных учреждений и антикоррупционной направленности организации деятельности учебных заведений наиболее перспективными являются технологии, основанные на использовании документооборота смешанного типа.

С учетом личного опыта создания и внедрения моделей, технологий и систем, реализующих задачи информационного сопровождения процесса промежуточной аттестации [29–31], а также анализа современной проработки данного вопроса другими исследователями [13–28] в настоящей статье представлен авторский вариант постановки задачи управления качеством процесса промежуточной аттестации в образовательном учреждении в контексте цифровой трансформации.

### 3. Постановка задачи управления качеством процесса промежуточной аттестации обучающихся в контексте цифровой трансформации

Систему управления качеством процесса промежуточной аттестации авторы рассматривают как систему управления с обратной связью, направленную на непрерывное улучшение процесса (рис. 1).

По результатам обратной информационной связи лица, ответственные за принятие управленческих решений на соответствующем уровне (администрация вуза, руководители института, кафедры), разрабатывают оперативные и стратегические управленческие

решения по улучшению процесса промежуточной аттестации.

В контексте цифровой трансформации задачу управления качеством процесса промежуточной аттестации обучающихся авторы определяют следующим образом: это трансформация технологии организации и проведения промежуточной аттестации, нацеленная на проектирование и внедрение в рамках цифровой политики образовательного учреждения информационно-управляющей системы, в комплексе решающей задачи качественного информационного сопровождения промежуточной аттестации (обеспечение актуальности, достоверности, целостности, правовой корректности, адресности, защиты информации) и управления процессом промежуточной аттестации (планирование, мониторинг, контроль, принятие решений по непрерывному совершенствованию), минимизирующей коррупционные риски и формирующей цифровой след обучающихся.

Исходя из заявленной постановки задачи, в структуру информационно-управляющей системы (ИУС), сопровождающей процесс управления качеством промежуточной аттестации, должны входить следующие модули:

- модуль планирования промежуточной аттестации, автоматизирующий процедуры составления расписания промежуточной аттестации и подготовки ведомостей;
- модуль мониторинга промежуточной аттестации, предоставляющий оперативную информацию для принятия управленческих решений по улучшению хода зачетно-экзаменационной сессии, автоматизирующий процедуры оперативного отслеживания соблюдения расписания промежуточной аттестации, исполнительской

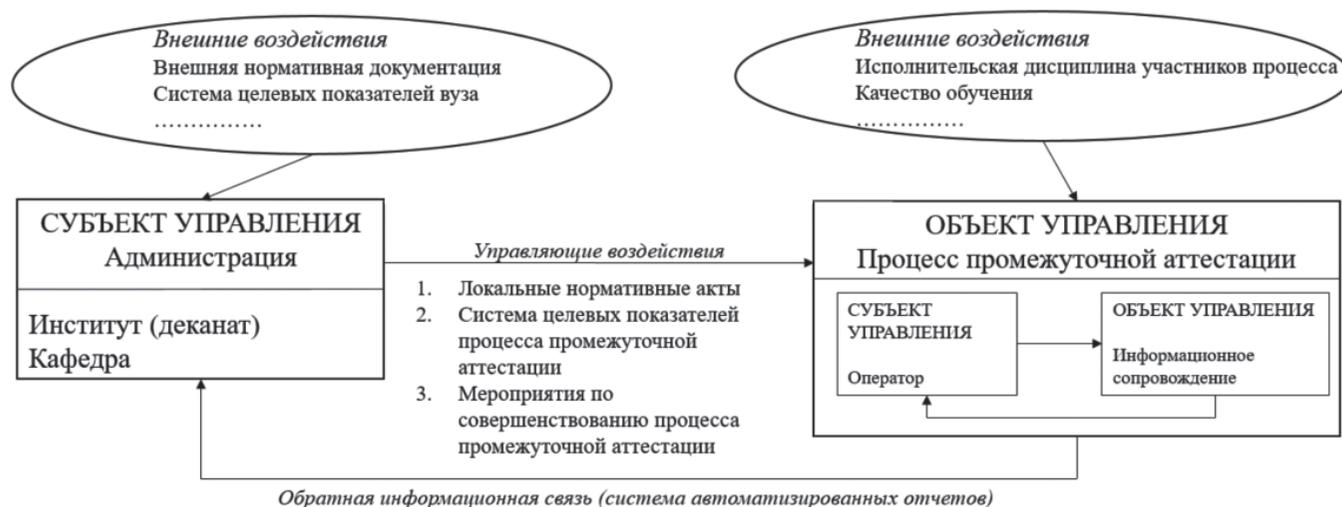


Рис. 1. Схема системы управления качеством процесса промежуточной аттестации

Fig. 1. The scheme of the quality management system of the process of intermediate certification

дисциплины сотрудников, задействованных в процессе, и результатов проведения экзаменов и зачетов;

- модуль контроля качества, обеспечивающий контроль качества документационного сопровождения промежуточной аттестации: ведения бумажных и цифровых ведомостей, соответствия информации на параллельных носителях (цифровых и бумажных), — а также обеспечивающий снижение коррупционных рисков;
- модуль анализа итогов промежуточной аттестации, автоматизирующий генерацию соответствующих отчетных форм для принятия управленческих решений по улучшению процесса;
- модуль анализа цифрового следа, предусматривающий возможность генерации отчетов по академическим задолженностям на определенную дату, по претендентам на различные стипендии или дипломы особого образца, а также статистических отчетов, касающихся итогов деятельности профессорско-преподавательского состава и кафедр, участвующих в процессе.

#### 4. Управление качеством процесса промежуточной аттестации обучающихся в Сибирском государственном университете геосистем и технологий

##### 4.1. Анализ предыдущего опыта организации информационного сопровождения процесса промежуточной аттестации

В [29–31] авторы настоящей статьи представили личный опыт разработки и внедрения технологий информационного сопровождения и автоматизации процесса промежуточной аттестации в условиях различных моделей образования (линейной, кредитной,

смешанной) и уровней (на примерах учреждений высшего и среднего образования). В процессе внедрения технологий и систем в конкретные учреждения образования, а также в процессе их использования технологии информационного сопровождения и автоматизации промежуточной аттестации эволюционировали и совершенствовались с учетом полученного практического опыта.

Одной из наиболее успешных технологий, внедренных авторами настоящей статьи, минимизирующей коррупционные риски и вероятность различного рода несоответствий в документационном сопровождении процесса промежуточной аттестации и при формировании цифрового следа обучающихся, была технология, в рамках которой результаты промежуточной аттестации вносились преподавателем непосредственно в электронную ведомость в соответствии с уровнем доступа, который предоставляется ему по утвержденным правилам, и согласно расписанию промежуточной аттестации.

Сотрудники отдела, отвечающего за формирование и хранение ведомостей, распечатывали электронную ведомость с внесенными результатами промежуточного испытания и передавали ее преподавателю на подпись. Данная процедура обеспечивала идентичность информации о результатах промежуточного испытания в бумажной и электронной ведомости, исключала ошибки ручного ввода, в том числе в названии и характеристиках дисциплин/модулей/практик, фамилий, имен, отчеств обучающихся и преподавателей, а также другой информации. Так как ведомость генерировалась в день проведения промежуточной аттестации, она содержала информацию только об актуальном контингенте обучающихся и профессорско-преподавательского состава (например, в ведомость не попадали фамилии отчисленных или находящихся в академическом отпуске обучающихся, фамилии преподавателей, находящихся в командировке, отпуске и т. п.).

Для исключения дублирования бумажных ведомостей применялась система QR-кодов, которые содержали информацию об идентификационном номере электронной ведомости в соответствующей информационной базе, информации о дате, времени распечатки электронной ведомости, имени пользователя, распечатывавшего ведомость, а также другие стандартные данные (дата промежуточного испытания, дисциплина, номер группы обучающихся и т. п.).

Информацию о результатах промежуточной аттестации могли просматривать обучающиеся, преподаватель, проводивший промежуточную аттестацию по данной дисциплине/модулю/практике, декан факультета и заведующий кафедрой, что являлось инструментом верификации данных.

Кроме того, для снижения коррупционных рисков дополнительно был реализован принцип разделения функций обучения и контроля результатов обучения: при проведении экзаменов, защите курсовых работ/проектов для каждой учебной группы формировалась комиссия из числа преподавателей, не задействованных в преподавании соответствующей дисциплины в данной группе.

Реализация описанной выше технологии была возможна только на базе развитой информационно-управляющей образовательной системы и информационно-аналитического комплекса по управлению вузом\* со сложившейся технологией распределения прав доступа для каждого кластера пользователей и централизацией информационных баз данных и баз знаний\*\*.

Отличительными особенностями описанной выше технологии являлось обеспечение актуальности, достоверности, целостности, правовой корректности, адресности и защиты информации, возможности управления процессом промежуточной аттестации и формирования цифровой истории обучающихся. Коррупционные риски, касающиеся информационного сопровождения промежуточной аттестации и формирования цифрового следа обучающегося, были минимизированы. Однако, как показали опыт и время, риски все же остались по причине того, что процессы хранения и документирования информации о результатах промежуточной аттестации на бумажных и электронных носителях обеспечивались сотрудниками одного отдела.

\* Свидетельство Республики Казахстан № 503 от 24.04.2012 г. о государственной регистрации прав на объект авторского права «Информационно-аналитический комплекс по управлению вузом “Электронный ректорат” (программа для ЭВМ)» (авторы: У. Б. Ашимов, Л. С. Кайржанова, А. В. Шпак).

\*\* База знаний (*англ.* knowledge base) в информатике и исследованиях искусственного интеллекта — это структурированная информация, покрывающая некоторую область знаний и предназначенная для использования кибернетическим устройством (или человеком) с конкретной целью. Современные базы знаний используются совместно с системами поиска информации, имеют классификационную структуру и определенный формат представления знаний.

Систематизировав результаты опыта реализации автоматизированных систем управления промежуточной аттестацией, авторы пришли к выводу, что в целях обеспечения сопоставимости информации на цифровых и бумажных носителях, а также снижения коррупционных рисков необходимо следовать следующим принципам:

- процессы документирования и хранения информации о результатах промежуточной аттестации организовывать на нескольких носителях — бумажных и электронных;
- функции документирования и хранения информации о результатах промежуточной аттестации на бумажных и на электронных носителях разделять, закрепляя их за сотрудниками разных структурных подразделений образовательного учреждения;
- обеспечивать прозрачность процесса формирования цифрового следа обучающегося для самого обучающегося и для определенных кластеров пользователей корпоративной информационной системы образовательного учреждения;
- цифровизацию документационного сопровождения процесса промежуточной аттестации проводить с учетом цифровых традиций образовательного учреждения и в рамках его корпоративной информационной системы.

#### 4.2. Трансформация технологии информационного сопровождения процесса промежуточной аттестации

В соответствии с вышеизложенными принципами трансформация процесса информационного сопровождения промежуточной аттестации в Сибирском государственном университете геосистем и технологий (СГУГиТ) производилась с учетом традиций вуза, его особенностей и оценки реальных возможностей развития цифровизации на краткосрочный период.

Как и многие современные вузы, СГУГиТ имеет мощную цифровую платформу: на протяжении многих лет в университете используется электронная информационно-образовательная среда и программа «1С:Предприятие», реализованы инструменты электронного документооборота, ведения успеваемости и электронной зачетной книжки, программные средства для расчета учебной нагрузки кафедр, ведения приказов по контингенту обучающихся и др., а также полностью или частично автоматизирован ряд образовательных бизнес-процессов.

Для обеспечения сопоставимости информации об успеваемости обучающихся на параллельных (бумажных и электронных) носителях были перераспределены функциональные обязанности участников процесса информационного сопровождения промежуточной аттестации.

Сотрудники деканатов (институтов) стали выполнять следующие обязанности:

- обеспечение автоматизированной генерации шаблонов электронных ведомостей;



Если кто-либо из участников процесса обнаруживает несоответствия, запускается процедура корректирующих действий, регламентируемая локальными нормативными актами СГУГиТ.

### 4.3. Цифровая трансформация процесса управления качеством промежуточной аттестации

Информационно-управляющая система, внедренная в рамках цифровой трансформации процесса управления качеством промежуточной аттестации в СГУГиТ, разработана с учетом уже сложившейся цифровой политики вуза на базе платформы «1С:Предприятие».

В ее структуру входят модули планирования промежуточной аттестации, мониторинга промежуточной аттестации и контроля качества, анализа итогов промежуточной аттестации и анализа цифрового следа.

**1. Модуль планирования промежуточной аттестации** автоматизирует составление расписания промежуточной аттестации, генерацию электронных ведомостей и их бланков в соответствии с расписанием промежуточной аттестации. Автоматическая генерация ведомостей исключает появление несоответствий в бланке генерируемой ведомости, так как база данных модуля планирования промежуточной аттестации взаимодействует с базами данных контингента обучающихся, профессорско-преподавательского состава, учебных планов, аудиторного фонда, базами данных и базами знаний модулей «Учебная нагрузка профессорско-преподавательского состава», «Заявка на расписание учебных занятий».

Для мониторинга хода сессии в форме «Электронная ведомость» предусмотрены дополнительные поля, заполняемые автоматически или оператором департамента образования:

- дата создания электронной ведомости и распечатки бланка ведомости;
- дата передачи бумажной ведомости преподавателем оператору департамента образования;
- дата передачи бумажной ведомости в деканат (институт);
- несоответствия, выявленные оператором в бумажной ведомости (например, исправления, отсутствие подписей и т. п.).

После того, как оператор вносит результаты промежуточного испытания в электронную ведомость, автоматически рассчитывается процент качества успеваемости (доля оценок «хорошо» или «отлично») и процент успеваемости (доля обучающихся, успешно прошедших промежуточное испытание).

**2. Модуль мониторинга промежуточной аттестации и контроля качества** предоставляет оперативную информацию для принятия управленческих решений по улучшению качества хода зачетно-экзаменационной сессии, автоматизирует процедуры мониторинга соблюдения расписания промежуточной аттестации, исполнительской дисциплины профессорско-преподавательского состава и задействованных в процессе сотрудников, результатов проведения промежуточных испытаний.

По мнению исследователей, к основным мероприятиям, определяющим качество организации промежуточной аттестации, в том числе снижающим коррупционные риски, относятся следующие:

- контроль своевременности заполнения и передачи преподавателем бумажной ведомости после проведения испытания в рамках промежуточной аттестации;
- анализ причин низкой успеваемости;
- контроль приема академических задолженностей;
- обеспечение информационной прозрачности процесса для всех его участников [25–28].

Модуль мониторинга промежуточной аттестации и контроля качества позволяет лицам, задействованным в принятии решений по улучшению процесса, адресно (в соответствии с уровнем доступа) просматривать соответствующие отчеты на текущую или выбранную дату.

Электронный журнал экзаменационных ведомостей (рис. 3) относится к оперативным отчетам, входящим в данный модуль. Он содержит информацию о планируемых и прошедших промежуточных испытаниях, в том числе показатели успеваемости (процент и качество) по результатам прошедших промежуточных испытаний, историю движения ведомостей и информацию об исполнительской дисциплине участников процесса (преподавателей, задействованных в промежуточной аттестации, оператора департамента образования и сотрудников института, ответственных за работу с ведомостями). В интерфейсе реализованы цветовые фильтры для визуального отслеживания несвоевременной обработки ведомостей участниками процесса. Например, так может выглядеть ситуация «ведомость несвоевременно обрабатывается преподавателем»:

- красный цвет — ведомость «на руках» у преподавателя и не сдана оператору в установленные локальными нормативными актами сроки;
- оранжевый цвет — ведомость сдана оператору, но с опозданием, и т. п.

Дата	Номер	Институт	Группа	Дисциплина	Дата экзамена	Форм.	Курс	Сем.	% качеств.	% успе...	Преподаватель	Кафедра	Дата пе...	Дата пере...	Кол. с...	Ко...	Отметки	Ответственный	Комментарий
01.06.2022	14.29.47	000000032	МД	Матем.	07.06.2022	Зачет	4	8	84,62	84,62	Б...	Кафедра...	08.06.2022	08.06.2022	13	2	✓	К...	
01.06.2022	14.29.47	000000032	МД	Матем.	07.06.2022	Зачет	4	8	76,92	84,62	Б...	Кафедра...	07.06.2022	07.06.2022	13	2	✓	К...	
01.06.2022	15.22.44	000000032	МД	Матем.	14.06.2022	Экзам.	3	6	78,57	85,71	Г...	Кафедра...	14.06.2022	14.06.2022	14	2	✓	К...	нет подписи за
01.06.2022	15.22.44	000000032	МД	Матем.	04.06.2022	Зачет	3	6	57,14	57,14	С...	Кафедра с...	18.06.2022	18.06.2022	14	6	✓	К...	
01.06.2022	15.22.44	000000032	МД	Матем.	04.06.2022	Зачет	3	6	85,71	85,71	С...	Кафедра с...	07.06.2022	07.06.2022	14	2	✓	К...	

Рис. 3. Пример отчета по результатам оперативного мониторинга промежуточной аттестации обучающихся

Fig. 3. Example of a report on the operational monitoring of the progress of the intermediate certification of students

Кроме того, системой формируются различные сводные отчеты за заданный период времени (рис. 4), касающиеся точечного мониторинга промежуточной

аттестации. Эти отчеты охватывают различные формы представления информации об исполнительской дисциплине, о выявленных несоответствиях в оформ-

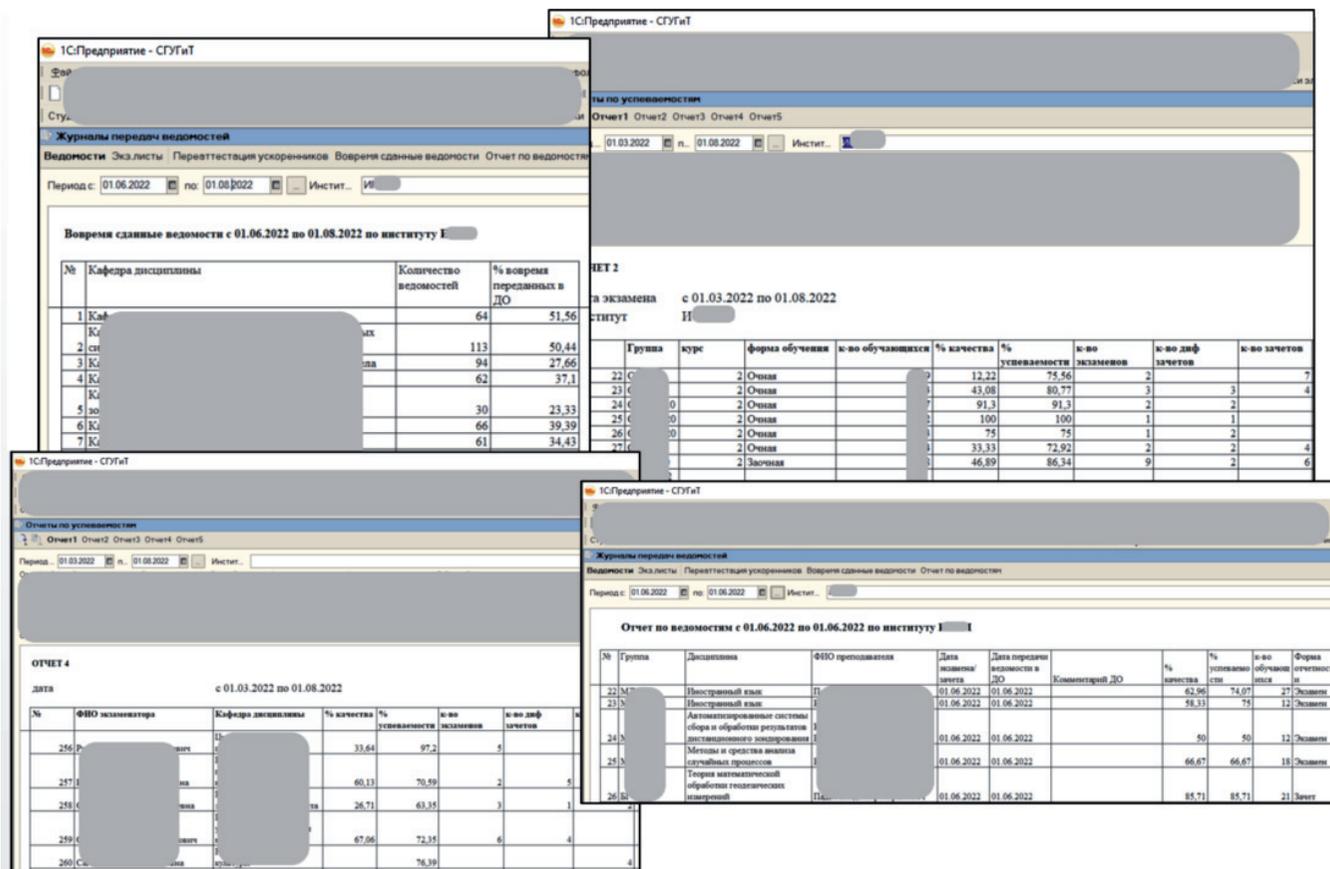


Рис. 4. Примеры отчетов по результатам мониторинга промежуточной аттестации обучающихся

Fig. 4. Examples of student's intermediate certification results monitoring reports

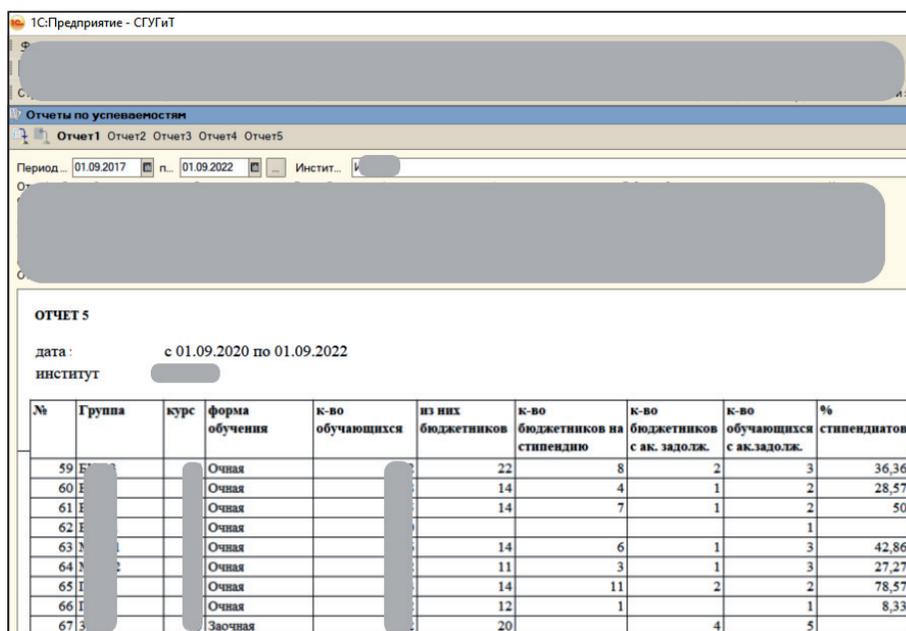


Рис. 5. Пример отчета успеваемости обучающихся

Fig. 5. Example student progress report

лении бумажных ведомостей, о показателях успеваемости в разрезах учебных групп, курсов, форм обучения, преподавателей, кафедр и т. п.

**3. Модуль анализа итогов промежуточной аттестации** автоматизирует адресную генерацию различных отчетных форм:

- итоговые показатели успеваемости в различных разрезах;
- итоговые показатели уровня исполнительской дисциплины участников процесса;
- отчеты по количеству обучающихся, имеющих академические задолженности по итогам сессии, и др.

**4. Модуль анализа цифрового следа** по результатам всех пройденных промежуточных аттестаций автоматизирует адресную генерацию отчетов:

- по академическим задолженностям на определенную дату;
- по претендентам на различные стипендии или дипломы особого образца (пример итогового отчета см. на рисунке 5);
- по различным показателям деятельности преподавателей и сотрудников, задействованных в процессе.

## 5. Выводы

Цифровая трансформация процесса управления качеством промежуточной аттестации была запущена в СГУГиТ с 2020 года.

Как показывает опыт авторов статьи, разработку систем управления для решения задач образования перспективнее проводить с использованием веб-технологий. Продукты, разработанные на базе «1С:Предприятия», уступают веб-проектам в плане возможностей интеллектуализации и реализации интерфейсного проектирования, организации системы безопасности и распределения прав доступа пользователей. Однако если основная используемая платформа образовательного учреждения — «1С:Предприятие», то целесообразнее и перспективнее наращивать цифровизацию на базе этой платформы.

На первом этапе была трансформирована сама технология организации и проведения промежуточной аттестации с учетом особенностей цифровой политики СГУГиТ и традиций вуза. Далее была подготовлена соответствующая локальная нормативная база в рамках существующей системы менеджмента качества вуза и разработано техническое задание для ИУС, реализующей сопровождение разработанной технологии.

Основными параметрами технического задания являлись следующие:

- реализация на базе используемой в СГУГиТ на протяжении нескольких лет программы «1С:Предприятие»;
- использование единых баз данных;
- интеграция с электронной информационно-образовательной средой СГУГиТ;

- создание пользовательских интерфейсов с разграничением прав доступа для всех участников процесса;
- реализация соответствующих процессу элементов электронного документооборота, исключающего возможность потери и/или дублирования информации, обеспечивающего целостность и защиту информации;
- обеспечение прозрачности процесса (адресного доступа к информации в соответствии с регламентируемым разграничением прав).

Основными результатами цифровой трансформации процесса промежуточной аттестации явились следующие:

- существенное повышение качества информационного сопровождения промежуточной аттестации: обеспечение актуальности, достоверности, целостности, правовой корректности, адресности и защиты информации;
- упрощение деятельности по управлению процессом промежуточной аттестации за счет автоматизации различных видов отчетности и обеспечения прозрачности процесса;
- снижение коррупционных рисков, в том числе при формировании цифрового следа обучающихся.

Исходя из опыта автоматизации управления качеством процесса промежуточной аттестации (цифровой трансформации процесса) в различных учебных заведениях в условиях различных моделей обучения (линейной, кредитной, смешанной), можно сделать ряд общих выводов.

1. Для снижения коррупционных рисков и рисков, связанных с человеческим фактором, рекомендуется организовывать информационное сопровождение процесса параллельно на цифровых и бумажных носителях. Следует разграничить функции доступа к информации на цифровых и бумажных носителях: например, функции хранения и доступ к бумажным ведомостям оставить, как это принято, за деканатами, а доступ к цифровым носителям информации предоставить сотруднику иного структурного подразделения, не подчиняющегося директору института/декану. Необходимо обеспечить прозрачность процесса для всех участников: предоставить доступ к просмотру цифрового следа и результатов промежуточных аттестаций как минимум обучающемуся и сотрудникам деканата, а при наличии возможности также преподавателю, проводившему промежуточное аттестационное испытание.
2. Принцип разделения функций преподавания и контроля результатов обучения также минимизирует коррупционные риски и дает дополнительные инструменты для мониторинга в процессе управления качеством обучения, однако его нельзя считать традиционным для большинства образовательных учреждений.

3. В целях обеспечения гибкости проектируемой ИУС, наращивания функционала, автоматизации всех основных этапов управления процессом необходимо обеспечивать реализацию и внедрение ИУС только в рамках корпоративной информационной системы образовательного учреждения на основе единства цифровых баз данных и баз знаний.
4. Для того чтобы преодолевать сопротивление коллектива внедряемым изменениям, необходима постоянная реализация комплекса соответствующих мер. В частности, все участники процесса, включая обучающихся, должны видеть, что проводимые изменения соответствуют их интересам, а не навязываются извне. Инновации должны быть очевидным способом уменьшения, а не увеличения проблем. Необходимо предусмотреть способы обратной связи со всеми участниками процесса. Кроме того, инновации должны получать явную и полную поддержку руководства [31].

#### Список источников / References

1. Троян И. А., Кравченко Л. А. Современная парадигма и модернизационные компоненты высшего образования. *Образование и саморазвитие*. 2021;16(3):110–114. EDN: FNMAZU. DOI: 10.26907/esd.16.3.10  
[Trojan L. A., Kravchenko I. A. The modern paradigm and components for the modernization of higher education. *Education and Self Development*. 2021;16(3):110–114. (In Russian.) EDN: FNMAZU. DOI: 10.26907/esd.16.3.10]
2. Левина Е. Ю. Цифровизация — условие или эпоха развития системы высшего образования? *Казанский педагогический журнал*. 2019;(5(136)):4–9. EDN: AQFABV. DOI: 10.34772/KPJ.2019.136.5.001  
[Levina E. Yu. Digitalization condition or epoch of development higher education system? *Kazan Pedagogical Journal*. 2019;(5(136)):4–9. (In Russian.) EDN: AQFABV. DOI: 10.34772/KPJ.2019.136.5.001]
3. Игнатова Н. Ю. Образование в цифровую эпоху. Нижний Тагил: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина; 2017. 128 с. EDN: ZVIWNP  
[Ignatova N. Yu. Education in the Digital Age. Nizhny Tagil, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin; 2017. 128 p. (In Russian.) EDN: ZVIWNP]
4. Обухов А. С., Томила М. В. Развитие цифровых образовательных технологий в России до пандемии: история и особенности индустрии EdTech. *Информатика и образование*. 2021;36(8):52–61. EDN: HSLLE. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-8-52-61  
[Obukhov A. S., Tomilina M. V. The development of digital educational technologies in Russia before the pandemic: History and peculiarities of the EdTech industry. *Informatism and Education*. 2021;36(8):52–61. (In Russian.) EDN: HSLLE. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-8-52-61]
5. Шаугараева Д. И., Бурцев Д. С., Гаврилюк Е. С. Проблемы управления образовательным процессом при использовании цифровых инструментов в высших учебных заведениях. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент»*. 2020;(2):121–130. EDN: KFUIKO. DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-2-121-130  
[Shaugaraeva D. I., Burtsev D. S., Gavriluk E. S. Problems of educational process management when using digital tools in higher education. *Scientific Journal NRU*

*ITMO. Series “Economics and Environmental Management”*. 2020;(2):121–130. (In Russian.) EDN: KFUIKO. DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-2-121-130]

6. Уваров А. Ю., Гейбл Э., Дворецкая И. В., Заславский И. М., Карлов И. А., Мерцалова Т. А., Сергоманов П. А., Фрумин И. Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. Ред. А. Ю. Уваров, И. Д. Фрумин. М.: Издательский дом Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»; 2019. 344 с. EDN: ANYGHO. DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5

[Uvarov A. Yu., Gable E., Dvoretzkaya I. V., Zaslavsky I. M., Karlov I. A., Mertsalova T. A., Sergomanov P. A., Frumin I. D. Difficulties and prospects of digital transformation of education. Ed. by A. Yu. Uvarov, I. D. Frumin. Moscow, HSE Publishing House; 2019. 344 p. (In Russian.) EDN: ANYGHO. DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5]

7. Рымкевич Я. А. Цифровая трансформация документального обеспечения образовательной организации (система документации обеспечиваемого типа). *Образование и право*. 2021;(10):251–255. EDN: BFQSUE. DOI: 10.24412/2076-1503-2021-10-252-255

[Rymkevich Ya. A. Digital transformation of documentation support of educational organization (system of documentation for organizational support). *Education and Law*. 2021;(10):251–255. (In Russian.) EDN: BFQSUE. DOI: 10.24412/2076-1503-2021-10-252-255]

8. Al-Abdullatif A. M., Gameil A. A. The effect of digital technology integration on students' academic performance through project-based learning in an E-learning environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2021;16(11):189–210. DOI: 10.3991/ijet.v16i11.19421

9. Siemens G., Gašević D., Dawson S. Preparing for the digital university: A review of the history and current state of distance, blended, and online learning. Athabasca Canada, Athabasca University Press; 2015. 234 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.3515.8483

10. Börner-Ringleb M., Casale G., Hillenbrand C. What predicts teachers' use of digital learning in Germany? Examining the obstacles and conditions of digital learning in special education. *European Journal of Special Needs Education*. 2021;36(1):80–97. DOI: 10.1080/08856257.2021.1872847

11. Markelov K. A., Polyanskaya E. V., Mineva O. K., Taran V. N. Paradigm transformation of education system in digital reality. *Selected Papers of the 5th Int. Scientific and Practical Conf. “Distance Learning Technologies” (DLT 2020)*. Yalta, Crimea; 2020:186–198. EDN: RHZUWI. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2914/paper16.pdf>

12. Степаненко А. А., Фещенко А. В. «Цифровой след» студента: поиск, анализ, интерпретация. *Открытое и дистанционное образование*. 2017;(4):58–62. EDN: ZXOZBB. DOI: 10.17223/16095944/68/9

[Stepanenko A. A., Feshchenko A. V. Digital footprint of the student: Search, analysis, interpretation. *Open and Distance Education*. 2017;(4):58–62. (In Russian.) EDN: ZXOZBB. DOI: 10.17223/16095944/68/9]

13. Баранова Е. В., Верещагина Н. О., Швецов Г. В. Цифровые инструменты для анализа учебной деятельности студентов. *Известия РГПУ им. А. И. Герцена*. 2020;(198):56–65. EDN: AXDDPU. DOI: 10.33910/1992-6464-2020-198-56-65

[Baranova E. V., Vereshchagina N. O., Shvetsov G. V. Digital tools for learning activities analysis. *Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences*. 2020;(198):56–65. (In Russian.) EDN: AXDDPU. DOI: 10.33910/1992-6464-2020-198-56-65]

14. Жетесова Г. С., Ерназарова М. А. Автоматизация контроля знаний студентов при модульной форме обучения на основе программного обеспечения. *Фундаментальные исследования*. 2014;(6-2):355–359. EDN: SWOCKN

[Zhetesova G. S., Ernazarova M. A. Automation of students knowledge at modular form of education based on the

software. *Fundamental Research*. 2014;(6-2):355–359. (In Russian.) EDN:SWOCKN]

15. Ведерникова Т. И., Родионов А. В., Блудов В. В., Пичкур Д. А. Автоматизация учета текущей успеваемости студентов. *Baikal Research Journal*. 2019;10(4):14–15. EDN: BSWMUX. DOI: 10.17150/2411-6262.2019.10(4).14

[Vedernikova T. I., Rodionov A. V., Bludov V. V., Pichkur D. A. Automation of recording current academic performance of students. *Baikal Research Journal*. 2019;10(4):14–15. (In Russian.) EDN: BSWMUX. DOI: 10.17150/2411-6262.2019.10(4).14]

16. Чуйко О. В., Белозерова С. И. Разработка информационной системы учета успеваемости студентов на основе облачных технологий. *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2015;7(5):239. EDN: VJKSNX. DOI: 10.15862/97PVN515

[Chuiiko O. V., Belozerova S. I. Development of information system for monitoring student performance on the basis of cloud technologies. *Online Journal “Naukovedenie”*. 2015;7(5):239. (In Russian.) EDN: VJKSNX. DOI: 10.15862/97PVN515]

17. Сакулин А. Е., Щаников С. А. Автоматизация процесса обработки информации об успеваемости студентов. *Алгоритмы, методы и системы обработки данных*. 2018;(2(38)):57–64. EDN: FBRCZD

[Sakulin A. E., Shchanikov S. A. Automation of the process of processing information about students' academic performance. *Algorithms, Methods and Data Processing Systems*. 2018;(2(38)):57–64. (In Russian.) EDN: FBRCZD]

18. Самерханова Э. К., Круподерова Е. П., Панова И. В. Цифровые ресурсы для организации образовательного процесса и оценки достижений обучающихся в дистанционном формате: обзор цифровых ресурсов для дистанционного образования. Нижний Новгород: Мининский университет, 2020. 50 с. EDN: MJAOKF. Режим доступа: [https://udsu.ru/files/obuchenie/003077-обзор\\_цифровых\\_ресурсов\\_compressed.pdf](https://udsu.ru/files/obuchenie/003077-обзор_цифровых_ресурсов_compressed.pdf)

[Samerkhanova E. K., Krupoderova E. P., Panova I. V. Digital resources for organizing the educational process and evaluating the achievements of students in a distance format: an overview of digital resources for distance education. Nizhny Novgorod, Mininsky University; 2020. 50 p. (In Russian.) EDN: MJAOKF. Available at: [https://udsu.ru/files/obuchenie/003077-обзор\\_цифровых\\_ресурсов\\_compressed.pdf](https://udsu.ru/files/obuchenie/003077-обзор_цифровых_ресурсов_compressed.pdf)]

19. Алкубаева В. С., Чистозвонов А. И., Хакимжанов А. Р. Плюсы и минусы электронной зачетной книжки. *Проблемы управления качеством образования. Сборник статей XIII Всероссийской научно-практической конференции*. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет; 2020:16–18. EDN: MUYYQG

[Alkubaeva V. S., Chistozvonov A. I., Khakimzhanov A. R. Pros and cons of the electronic record book. *Problems of Education Quality Management. Collection of Articles of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference*. Penza, Penza State Agrarian University; 2020:16–18. (In Russian.) EDN: MUYYQG]

20. Шабанов Г. А., Растягаев Д. В. Цифровизация вуза: реальность и ожидания. *Высшее образование сегодня*. 2020;(1):2–7. EDN: XCFPID. DOI: 10.25586/RNU.НЕТ.20.01.Р.02

[Shabanov G. A., Rastyagaev D. V. University digitalization: Reality and expectations. *Higher Education Today*. 2020;(1):2–7. (In Russian.) EDN: XCFPID. DOI: 10.25586/RNU.НЕТ.20.01.Р.02]

21. Пашков М. В., Пашкова В. М. Проблемы и риски цифровизации высшего образования. *Высшее образование в России*. 2022;31(3):40–57. EDN: RUBCXA. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-22-3-40-57

[Pashkov M. V., Pashkova V. M. Problems and risks of digitalization of higher education. *Higher Education in*

*Russia*. 2022;31(3):40–57. (In Russian.) EDN: RUBCXA. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-22-3-40-57]

22. Герат Е. А., Шухман А. Е. Интеллектуальные методы прогнозирования успеваемости учащихся колледжа. *Вестник науки и образования*. 2019;(12-2):11–13. EDN: WROIPIQ

[Herat E. A., Shukhman A. E. Intelligent methods to predict performance of college students. *Bulletin of Science and Education*. 2019;(12-2):11–13. (In Russian.) EDN: WROIPIQ]

23. Оценка качества образования в условиях дистанционного обучения: опыт проживания пандемии системами школьного образования стран постсоветского пространства. М.: «Алекс» (ИП Поликанин А. А.); 2021. 390 с. Режим доступа: [https://eaoko.org/upload/library/21\\_Distance\\_WEB.pdf](https://eaoko.org/upload/library/21_Distance_WEB.pdf)

[Assessment of the quality of education in the conditions of distance learning: the experience of living the pandemic by the school education systems of the post-soviet countries. Moscow, “Alex” (IP Polikanin A. A.); 2021. 390 p. (In Russian.) Available at: [https://eaoko.org/upload/library/21\\_Distance\\_WEB.pdf](https://eaoko.org/upload/library/21_Distance_WEB.pdf)]

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

25. Фернандо К. Ф. Проблемы противодействия коррупции в сфере науки и образования. *Современные подходы к противодействию коррупции: тренды и перспективы. Сборник тезисов докладов и статей Всероссийской научной конференции с зарубежным участием*. М.: ООО «ИД Третьяковъ»; 2019;2:206–207. EDN: KHGSFO

[Fernando K. F. Problems of combating corruption in the field of science and education. *Modern Approaches to Combating Corruption: Trends and Prospects. Collection of Abstracts and Articles of the All-Russian Sci. Conf. with Foreign Participation*. Moscow, LLC “Publishing House Tretyakov”; 2019;2:206–207. (In Russian.) EDN: KHGSFO]

26. Митин А. Н. О контроле за рисками коррупционного свойства в сфере высшего образования. *Российское право: образование, практика, наука*. 2018;(1):13–19. EDN: XQHHLV

[Mitin A. N. On the control over the risks of corruption in higher education. *Russian Law: Education, Practice, Research*. 2018;(1):13–19. (In Russian.) EDN: XQHHLV]

27. Краюшклина С. В. Антикоррупционные технологии в вузе (из опыта работы ТГПУ им. Л. Н. Толстого). *Противодействие коррупции: правовое обеспечение, основные аспекты и антикоррупционные стандарты поведения в научных и образовательных организациях. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.; 2018:157–159. EDN: YBWQSN

[Krayushkina S. V. Anti-corruption technologies in higher education (from the experience of Lev Tolstoy TSPU). *Anti-corruption: Legal Support, Main Aspects and Anti-corruption Standards of Conduct in Scientific and Educational Organizations. Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conf. Saratov, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov*; 2018:157–159. (In Russian.) EDN: YBWQSN]

28. Рыжова О. А., Сердюкова Л. О., Славнецкова Л. В. Обзор мероприятий антикоррупционной направленности, проводимых в технических вузах РФ. *Противодействие коррупции: правовое обеспечение, основные аспекты и антикоррупционные стандарты поведения в научных и образовательных организациях. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.; 2018:190–193. EDN: HRAFXR

[Ryzhova O. A., Serdyukova L. O., Slavnetskova L. V. Overview of anti-corruption activities conducted in technical universities of the Russian Federation. *Anti-corruption: Legal Support, Main Aspects and Anti-corruption Standards of Conduct in Scientific and Educational Organizations. Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conf.* Saratov, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov; 2018:190–193. (In Russian.) EDN: HRAFXR]

29. Шевчук Е. В., Шпак А. В. Информационно-образовательная среда вуза. Опыт и перспективы. *Инновационные образовательные технологии.* LAP LAMBERT Academic Publishing; 2016. 108 с.

[Shevchuk E. V., Shpak A. V. Informational and educational environment of the university. Experience and perspectives. *Innovative educational technologies.* LAP LAMBERT Academic Publishing; 2016. 108 p. (In Russian.)]

30. Шпак А. В. Мониторинг обучения в условиях информационной среды школы. LAP LAMBERT Academic Publishing; 2017. 144 с.

[Shpak A. V. Monitoring learning in the information environment of the school. LAP LAMBERT Academic Publishing; 2017. 144 p. (In Russian.)]

31. Шевчук Е. В., Шпак А. В. Опыт создания и внедрения информационно-управляющей образовательной среды в вузе и особенности ее адаптации в лицее. *Информатика и образование.* 2019;(2):47–55. EDN: ZIJFUT. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-2-47-55

[Shevchuk E. V., Shpak A. V. Experience of creating and implementing information-managing educational environment at university and features of its adaptation at lyceum. *Informatics and Education.* 2019;(2):47–55. (In Russian.) EDN: ZIJFUT. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-2-47-55]

#### **Информация об авторах**

Шевчук Елена Владимировна, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры высшей математики, Институт геодезии

и менеджмента, Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия; директор департамента образования, Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия; *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-1206-3960>; *e-mail:* [evshevch@mail.ru](mailto:evshevch@mail.ru)

Шпак Андрей Владимирович, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, Институт геодезии и менеджмента, Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия; заведующий научно-технической библиотекой, Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия; *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0003-1744-3214>; *e-mail:* [andrey.v.shpak@gmail.com](mailto:andrey.v.shpak@gmail.com)

#### **Information about the authors**

**Elena V. Shevchuk**, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Higher Mathematics, Institute of Geodesy and Management, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia; Director of Education Department, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia; *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-1206-3960>; *e-mail:* [evshevch@mail.ru](mailto:evshevch@mail.ru)

**Andrei V. Shpak**, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Higher Mathematics, Institute of Geodesy and Management, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia; Head of the Scientific and Technical Library, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia; *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0003-1744-3214>; *e-mail:* [andrey.v.shpak@gmail.com](mailto:andrey.v.shpak@gmail.com)

**Поступила в редакцию / Received:** 07.03.23.

**Поступила после рецензирования / Revised:** 21.04.23.

**Принята к печати / Accepted:** 25.04.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-78-87

# РЕАЛИЗАЦИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ 3D-ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМОВ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Т. Н. Иванилова<sup>1</sup>, А. В. Кушнеров<sup>1</sup>, В. А. Семенов<sup>1</sup> ✉, И. А. Ильюшин<sup>1</sup>, А. В. Серегин<sup>1</sup><sup>1</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия

✉ v1992@mail.ru

## Аннотация

Применение виртуальных лабораторных работ в обучении позволяет воспроизводить онлайн лабораторные, требующих дорогостоящих материалов или инструментов, а также сделать учебный процесс интерактивным и дистанционным. Использование современных веб-технологий дает возможность обойти проблемы совместимости на компьютерах пользователей и выполнять лабораторные работы в режиме онлайн.

Целью настоящего исследования является разработка компьютерных виртуальных 3D-лабораторных работ и тренажеров веб-доступа для дисциплин, преподаваемых в Сибирском государственном университете науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева (СибГУ).

Проведенный авторами анализ современного состояния в области разработки виртуальных лабораторных позволил сделать вывод о невозможности использования готовых решений. Произведен выбор инструментов для разработки собственных программных продуктов, отобраны дисциплины для реализации 3D-лабораторных, проведена разработка технического задания и методов взаимодействия пользователя с объектами и объектов друг с другом, созданы 3D-модели, необходимые для визуализации лабораторных работ.

Итогом исследований являются программные продукты — виртуальные 3D-лабораторные практикумы для студентов технических специальностей, реализованные аналогичным набором программных решений и размещенные на сервере СибГУ. Тестирование программных продуктов было проведено студентами на реальных занятиях, а затем созданные приложения были внедрены в электронные учебные модули университета.

Разработанные компьютерные реализации лабораторных не только успешно применяются в учебном процессе СибГУ, но и позволяют разрешить проблему ведения лабораторных занятий в режиме вынужденного дистанта, при заочной форме обучения, а также помогают возместить отсутствие необходимого оборудования.

Применение виртуальных лабораторных работ помогает заинтересовать студента в обучении и повышать его цифровую грамотность.

**Ключевые слова:** информатизация образования, виртуальная лабораторная работа, 3D-тренажер, Unity, электронное и дистанционное обучение, веб-приложение.

## Для цитирования:

Иванилова Т. Н., Кушнеров А. В., Семенов В. А., Ильюшин И. А., Серегин А. В. Реализация веб-приложений 3D-лабораторных практикумов для технических специальностей. 2023;38(3):78–87. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-78-87

## IMPLEMENTATION OF 3D LABORATORY WORKSHOPS WEB APPLICATIONS FOR TECHNICAL SPECIALTIES

Т. N. Ivanilova<sup>1</sup>, A. V. Kushnerov<sup>1</sup>, V. A. Semenov<sup>1</sup> ✉, I. A. Ilyushin<sup>1</sup>, A. V. Seregin<sup>1</sup><sup>1</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

✉ v1992@mail.ru

## Abstract

The use of virtual laboratory classes in teaching allows the reproduction of online laboratory workshop that require expensive materials or tools, as well as making the learning process interactive and remote. The use of modern web technologies makes it possible to bypass compatibility problems on users' computers and perform laboratory classes remotely online.

The purpose of this research is to develop computer virtual 3D-laboratory class and web-access simulators for disciplines taught at the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology (SibGU).

The analysis of the current state in the field of virtual laboratory development carried out by the authors allowed us to conclude that it is impossible to use ready-made solutions. The choice of tools for the development of their own software products was made, the disciplines for the implementation of 3D-laboratory classes were selected, technical specifications were developed, methods of user interaction with objects and objects interaction with each other were developed, 3D-models needed for the visualization of laboratory work were created.

The final result of the research is software products — virtual 3D-laboratory workshops for students of technical specialties, implemented with a similar set of software solutions, hosted on the SibGU server. The software products were tested by students in real classes and then the created applications were implemented in the electronic training modules of the university.

The developed computer implementations of laboratory workshops are not only successfully used in the educational process of SibGU, but also allow to solve the problem of conducting laboratory classes in the forced distance form of education, as well as help to compensate for the lack of necessary equipment.

Application of virtual laboratory classes helps to engage students in learning and improve their digital literacy.

**Keywords:** informatization of education, virtual laboratory class, 3D-simulator, Unity, electronic and distance learning, web application.

**For citation:**

Ivanilova T. N., Kushnerov A. V., Semenov V. A., Ilyushin I. A., Seregin A. V. Implementation of 3D-laboratory workshops web applications for technical specialties. *Informatics and Education*. 2023;38(3):78–87. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-3-78-87

## 1. Введение

Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» формулирует задачу подготовки граждан к условиям цифровой экономики и подготовки специалистов для цифровой экономики: «С учетом требований к компетенциям цифровой экономики обновлены образовательные программы всех уровней образования в целях использования в учебной деятельности, в том числе при государственной итоговой аттестации, общепользовательских и профессиональных цифровых инструментов»\*. Согласно этой программе, образовательные организации должны использовать дистанционные образовательные технологии и электронное обучение во всех видах и формах деятельности обучающихся.

Активное использование современных информационных технологий стало одной из актуальных областей цифровой трансформации в учебном заведении. Применение электронного и дистанционного обучения было неотъемлемой и востребованной частью образовательного процесса в период пандемии и ускорило темпы цифровизации образования.

Современное электронное обучение помогает наглядно представить обучающимся текстовый и мультимедийный материал, но не позволяет им в полной мере выполнять задания, реализуемые в лабораторных условиях и требующие дорогих или труднодоступных инструментов и материалов. Поэтому актуальной исследовательской задачей является реализация возможности проведения лабораторных работ посредством современных компьютерных технологий [1–5].

Для решения данной проблемы можно использовать интерактивные 3D-тренажеры и виртуальные практикумы, которые позволяют максимально приблизить взаимодействие обучающегося с цифровыми объектами к реальности, как если бы он находился в лаборатории или перед станком в цехе [6].

Согласно классификации А. В. Трухина [7], различаются два вида виртуальных лабораторий:

- программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить опыты без непосредственного контакта с реальной установкой. Эта лабораторная установка предполагает удаленный доступ, но в ее состав входит реальная лаборатория, программно-аппаратное обеспечение для управления установкой и оцифровки полученных данных, а также средства коммуникации;
- программно-аппаратный комплекс, в котором весь процесс моделируется программой.

В нашей статье будут представлены проекты, относящиеся к виртуальным лабораториям второго вида.

Отметим преимущества виртуальных лабораторий по сравнению с реальными [8, 9]:

- возможность использования в дистанционном обучении;
- отсутствие необходимости приобретения дорогостоящего оборудования и реактивов;
- моделирование процессов, протекание которых принципиально невозможно в лабораторных условиях;
- наглядная визуализация на экране компьютера;
- безопасность;
- возможность быстрого проведения серии опытов с различными значениями входных параметров, что часто необходимо для определения зависимостей выходных параметров от входных.

На данный момент 3D-тренажеры в образовательной среде используются редко. Их распространению мешает большая длительность разработки и высокая стоимость программного обеспечения. В мире существуют компании, занимающиеся разработкой и продажей готовых 3D-тренажеров. Но уже созданные программы не всегда подходят для образовательного процесса конкретного вуза.

Большинство существующих 3D-тренажеров необходимо установить на компьютеры специально оборудованного компьютерного класса либо скачать и установить на компьютер пользователя, что приводит к проблемам совместимости с различными устройствами и операционными системами. Решением данных проблем является использование веб-технологий, которые позволяют обеспечить

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

круглосуточный доступ и требуют от пользователя лишь наличия современного браузера.

В связи с перечисленным комплексом причин в Сибирском государственном университете науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева (СибГУ) было решено реализовать проект по созданию виртуальных лабораторных работ с веб-доступом. Для поиска преподавателей, готовых участвовать в разработке, был проведен конкурс авторских сценариев виртуальных лабораторных и симуляторов. Среди предложенных вариантов были выбраны самые интересные, по которым были разработаны виртуальные 3D-тренажеры. Готовые решения функционируют на платформе WebGL. Они размещаются на сервере и внедряются в дистанционно-образовательную среду.

## 2. Анализ аналогов

Виртуальные лабораторные работы (практикумы) — это программное обеспечение (ПО), которое предполагает выполнение эксперимента и получение данных по результатам его проведения без непосредственного использования реальных лабораторных установок и приборов. Такое ПО разрабатывается под VR- или AR-технологии, веб-приложения, приложения для персонального компьютера или мобильных устройств.

Приложение может быть выполнено как в 3D-, так и в 2D-проекции, может быть интерактивным (тогда, например, пользователь получает возможность перемещаться по аудитории или подключать провода к электросхеме) или автономным (например, простая симуляция, в которой необходимо заполнить некоторые параметры, а программа сама произведет расчеты [10–12]).

Назовем лишь некоторых разработчиков соответствующих готовых продуктов:

- Professional Group (ООО НПФ «ИНФОТЕХ», г. Тюмень) выпускает множество разнообразных виртуальных лабораторных работ, имитационных тренажеров, автоматизированных

обучающих систем и систем управления обучением;

- Program Lab (ООО «Програмлаб», г. Москва) предлагает большой набор виртуальных лабораторных работ и тренажеров для среднего профессионального и высшего образования;
- VR Chemistry Lab (ООО «СТЕМ-ИГРЫ», г. Москва) позволяет выполнять эксперименты в виртуальной химической лаборатории;
- LabXchange (Гарвардский университет и Amgen Foundation, США) — это площадка с виртуальными лабораториями, видео, тестами, электронными учебниками и другими научными и обучающими материалами, как собственных авторов, так и партнеров.

Сравним платформы, на которых представлены продукты названных разработчиков, их языковую локализацию и стоимость (табл.).

Анализ собранной информации показал высокую стоимость разработок, отсутствие поддержки русского языка в некоторых программных средствах, несоответствие учебных материалов рабочим программам университета. Поэтому было принято решение реализовать собственный проект по разработке виртуальных 3D-лабораторных практикумов (тренажеров) для студентов университета.

## 3. Проектирование и архитектура виртуальных практикумов

На этапе проектирования ПО, реализующего виртуальные 3D-лабораторные практикумы, мы опирались на требования к интерактивным компьютерным практикумам [13, 14] и опыт разработок компьютерных обучающих программ в СибГУ [15, 16].

Виртуальные лабораторные практикумы, разрабатываемые в рамках проекта, создавались для различных образовательных направлений: биохимия, механика, авиационные и космические технологии, — но основывались на единой архитектуре. Поскольку архитектура ПО раскрывает структуру

Таблица / Table

### Сравнение поставщиков готовых виртуальных лабораторных работ

#### Comparison of ready-made virtual laboratory work suppliers

№ п/п	Поставщик	Платформы	Язык	Стоимость (на 05.05.2023 года)
1	Professional Group	PC, VR	Русский	От 1 900 руб. за виртуальную лабораторную работу
2	Program Lab	PC, VR, Web	Русский	От 11 000 руб. за виртуальную лабораторную работу
3	VR Chemistry Lab	Web, VR	Русский, английский	VR – от 12 000 руб. за лицензию, Web – от 300 руб. за лицензию
4	LabXchange	Web	Английский	Бесплатно

описываемой системы и обеспечивает гармоничное взаимодействие элементов системы друг с другом, то первоначальным этапом наших исследований был выбор необходимой и удобной архитектуры, чтобы в последующей программной разработке не возникало проблем использования ПО в разных образовательных направлениях [17].

Авторами было установлено, что архитектура программного обеспечения должна содержать следующие обязательные компоненты:

- авторизация обучающегося;
- выбор режима выполнения лабораторной;
- выбор задания;
- выполнение лабораторной;
- формирование протокола выполнения;
- организация доступа преподавателя к протоколу студента;
- проверка протокола преподавателем;

- ознакомление студента с результатами проверки.

На этапе проектирования совместно с преподавателями СибГУ были созданы технические задания на разработку виртуальных лабораторных. В соответствии с современными тенденциями цифровизации, возможностями ИТ-технологий, а также с опорой на результаты сравнительного анализа имеющихся готовых продуктов было решено разрабатывать веб-приложения.

Представим ИТ-архитектуру виртуальных веб-лабораторий на уровне клиента приложения (рис. 1 и 2): данный уровень (компонента) приложения является верхним слоем архитектуры программного средства и представляет собой интерфейс пользователя (клиента приложения).

Опишем кратко интерфейс компьютерной 3D-лаборатории с веб-доступом.

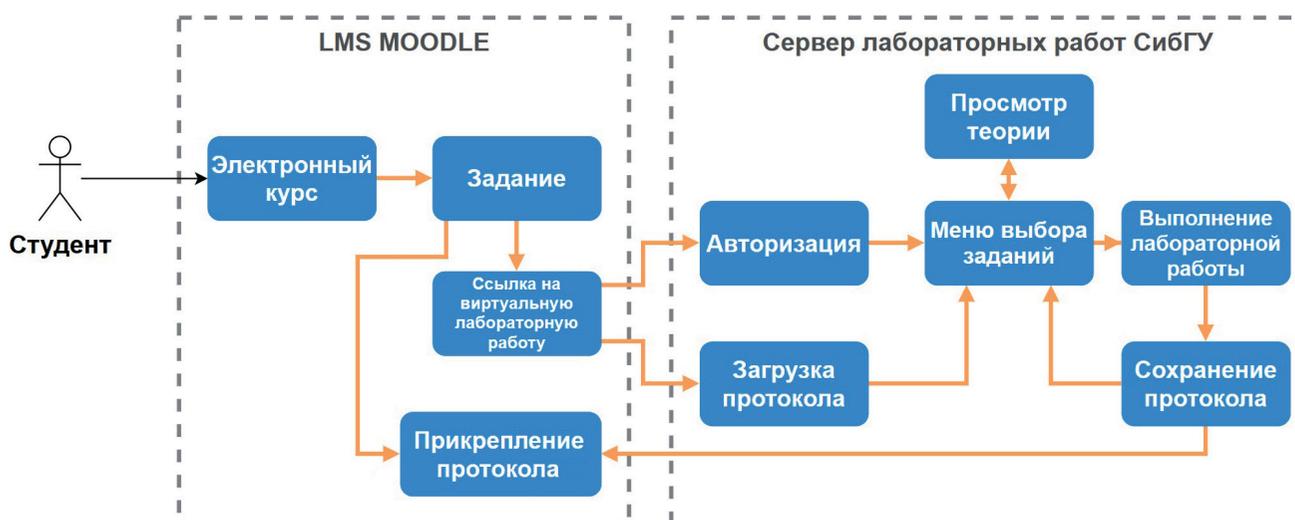


Рис. 1. Организация интерфейса пользователя «Студент»

Fig. 1. Organization of the user interface "Student"

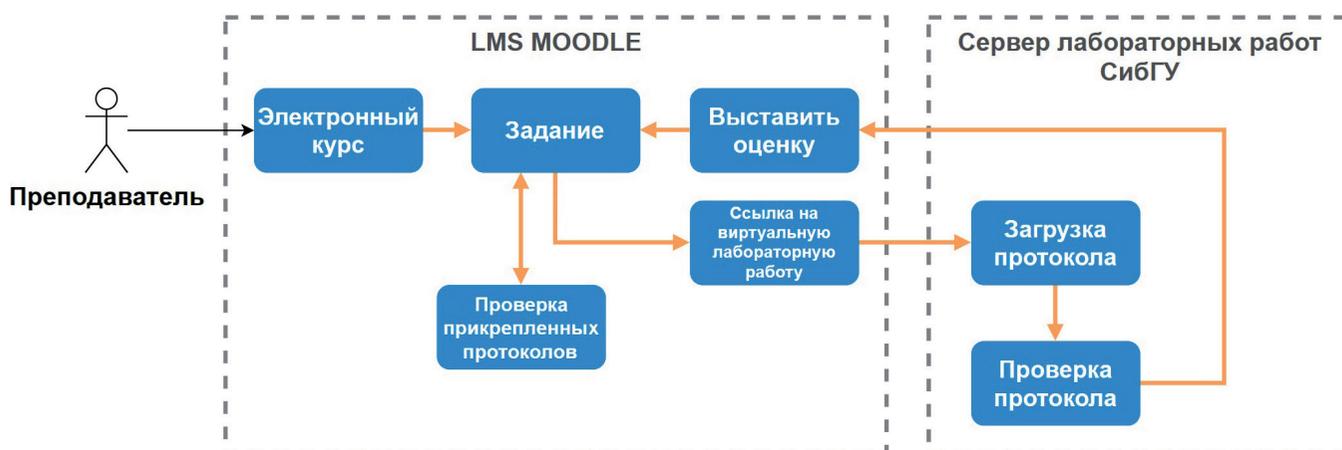


Рис. 2. Организация интерфейса пользователя «Преподаватель»

Fig. 2. Organization of the user interface "Teacher"

1. В электронном курсе студент переходит по ссылке на сервер с размещенной на нем программой.

2. Студенту открывается окно входа с возможностью регистрации. Обучающийся вводит фамилию, имя, отчество, группу.

3. Далее пользователь пересылается к меню выбора режима работы: проверка входных знаний, выполнение заданий, защита лабораторной, свободное проектирование.

4. После выбора задания студент переходит в основное окно для его выполнения. Во время выполнения работы обучающийся имеет возможность видеть содержание лабораторной и теоретический материал.

5. В процессе выполнения задания формируется зашифрованный протокол выполнения, который для проверки отсылается преподавателю по электронной почте либо прикрепляется как ответ на задание в электронном курсе.

6. Если студент не завершил выполнение задания, он может сохранить протокол, а затем загрузить его и продолжить выполнение, когда ему будет удобно. Предусмотрена также возможность загрузки уже готового протокола, сформированного вне учебного занятия, для проверки преподавателем. Протоколы открываются и проверяются в этой же программе.

#### 4. Реализация программного обеспечения виртуальных 3D-практикумов

Современное поколение обучающихся называют поколением Z [18], которое привыкло получать информацию в виде клипов, гифок, иконок и т. п. визуальных объектов. Известно также, что скорость восприятия графической информации выше, чем скорость чтения и осмысления символьных данных. Поэтому применение интерактивной графики повышает качество познавательной деятельности.

Для виртуальных 3D-тренажеров было решено использовать среду разработки двух- и трехмерных приложений Unity, которая позволяет создавать приложения на более чем 25 различных платформах, в том числе на персональных компьютерах, игровых консолях, мобильных устройствах, в веб-приложениях и т. п. Основным достоинством Unity является наличие визуальной среды разработки и модульной системы компонентов. Было принято решение писать веб-приложения для современных браузеров с помощью технологии WebGL, позволяющей запускать приложения с 3D-графикой в окне браузера, чтобы каждый студент мог воспользоваться виртуальными лабораторными работами вне зависимости от конфигурации домашнего компьютера.

Основным встроенным языком в Unity является C#, поэтому он был взят для написания алгоритмов. Для работы с языком программирования были выбраны инструменты Visual Studio и VS Code.

Для создания моделей объектов виртуальных лабораторных работ использовались инструменты 3D-моделирования. Для этой цели отлично по-

дошли такие программные продукты, как Blender и Autodesk 3ds Max.

Разработанное программное обеспечение, реализованное в виде приложения, функционирует в различных современных браузерах. Приложения размещены на сервере, их запуск осуществляется в плеере браузера или по ссылке в электронном курсе. Разработанное ПО не имеет технических ограничений по количеству одновременно работающих пользователей. Параметры такой работы должны зависеть только от технических характеристик используемых аппаратных средств и сетевого оборудования.

#### 5. Описание виртуальных 3D-лабораторных работ с веб-доступом

##### 5.1. Лабораторная работа «Органические вещества клетки: белки и углеводы»

Данная работа позволяет полностью имитировать процедуру выполнения опытов в реальной химической лаборатории.

Для выполнения опытов в виртуальной лаборатории были организованы две рабочих зоны: основной рабочий стол для переливания из колбы в пробирку, нагревания и охлаждения (1) и вытяжной шкаф для работы с пипеткой (2) (рис. 3).

В любой момент пользователь может сохранить результаты лабораторной работы и продолжить ее выполнение в другое время, загрузив сохраненный протокол. В соответствующем файле зашифрована информация о прохождении лабораторной работы. Данный файл может также использоваться в качестве отчета о выполнении лабораторной работы для преподавателя.

##### 5.2. Лабораторная работа «Проектирование компоновки и расположения центра массы спутника класса CubeSat»

Данная разработка предназначена для изучения компоновки сверхмалых космических спутников формата CubeSat и позволяет имитировать процесс сборки спутника из отдельных компонентов.

Виртуальная лабораторная работа состоит из двух основных сцен:

1. *Стартовая сцена* содержит поля для авторизации, меню выбора режимов проектирования, меню выбора варианта задания, меню выбора типоразмера спутника.

В режиме свободного проектирования пользователь может выбрать типоразмер корпуса спутника из предложенных вариантов.

2. На *сцене редактора спутника* расположен каркас спутника выбранного типоразмера (к нему можно присоединять компоненты и отсоединять их). Вид можно вращать и масштабировать. Компоненты выбираются из нижней панели. Они разделены на категории. На сцене доступна информация о присоединенных деталях и расположении центра масс (рис. 4).



Рис. 3. Основной рабочий стол для проведения опытов  
 Fig. 3. Main desktop for experiments

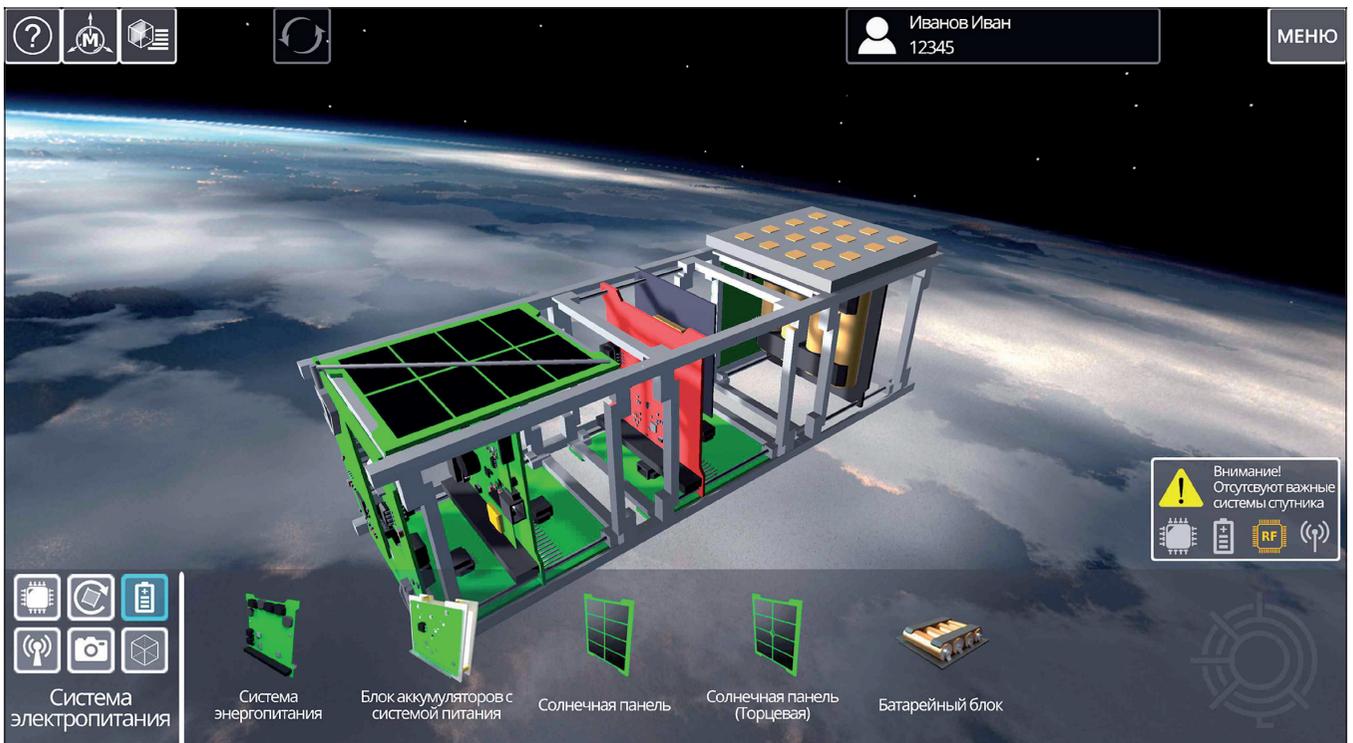


Рис. 4. Сцена конструирования спутника  
 Fig. 4. Satellite construction scene



Рис. 5. Рабочая зона с штангенциркулями, микрометрами и концевыми мерами  
 Fig. 5. Working area with calipers, micrometers and end measures

Если возникает необходимость в использовании детали, модель которой не указана в виртуальной лабораторной, предусмотрена возможность создать массогабаритный макет.

### 5.3. Лабораторная работа «Каустификация содового раствора»

Данная работа предназначена для изучения влияния технологических параметров на скорость процесса каустификации содового раствора и выход целевого продукта (едкого натра), проведения лабораторного контроля на всех этапах этого процесса, оценки технико-экономических показателей.

Внутри виртуальной лаборатории реализовано все необходимое оборудование для проведения опытов и предусмотрены следующие процессы:

- переливание растворов;
- измерение объема растворов;
- измерение массы осадка;
- нагревание содового раствора;
- фильтрация содового раствора.

### 5.4. Лабораторная работа «Измерение деталей штангенинструментом и микрометрическими инструментами»

Программа предназначена для изучения конструкции штангенинструментов и микрометрических инструментов с последующим проведением измерений и аттестации предложенных инструментов.

Программа также позволяет изучить основные виды погрешностей при измерении деталей.

В практикуме организовано рабочее место для манипуляций с концевыми мерами и проведения аттестации штангенинструментов и микрометрических инструментов (рис. 5).

## 6. Заключение

Результаты решений, представленных в статье, охватывают все необходимые этапы создания программного продукта:

- проектирование;
- разработка;
- тестирование на реальных данных (студентами вуза);
- внедрение в учебный процесс.

Разработанные виртуальные лабораторные работы встроены в следующие дистанционные курсы:

- «Физиология растений» (лабораторная работа «Органические вещества клетки: белки и углеводы»);
- «Fundamentals of CubeSat Design: Module 2» (лабораторная работа «Проектирование компоновки и расположения центра массы спутника класса CubeSat»);
- «Общая химическая технология» (лабораторная работа «Каустификация содового раствора»);

- «Метрология» (лабораторная работа «Измерение деталей штангенциркулем и микрометрическими инструментами»).

Все виртуальные лабораторные работы размещены на серверах электронного обучения СибГУ и используются на лабораторных занятиях разных направлений подготовки:

- 35.03.00 «Сельское, лесное и рыбное хозяйство»;
- 18.03.00 «Химические технологии»;
- 27.03.00 «Управление в технических системах»;
- 15.03.00 «Машиностроение»;
- 23.03.00 «Техника и технологии наземного транспорта»;
- 44.03.00 «Образование и педагогические науки»;
- 05.03.00 «Науки о земле»;
- 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»;
- 20.03.01 «Техносферная безопасность»;
- 13.03.00 «Электро- и теплоэнергетика» и др.

Программное обеспечение всех лабораторных работ регистрируется в Федеральной службе по интеллектуальной собственности.

Отметим, что на выполнение лабораторных работ на обычных физических установках обучающиеся тратят в среднем от полутора до трех часов, а при использовании разработанных веб-приложений время на их выполнение сокращается в несколько раз. Например, при проведении лабораторной работы «Каустификация содового раствора» в аудитории тратится около трех часов, а в виртуальной лаборатории СибГУ студенту понадобится от 30 до 40 минут, поскольку в ней реализовано ускорение химических процессов.

Таким образом, виртуальные лабораторные практикумы с веб-доступом являются хорошей заменой реальным лабораторным установкам. Кроме того, они позволяют углубить цифровую грамотность педагога. Разработанные 3D-лабораторные дают студенту возможность выполнить задания на стороне сервера, не привлекая ресурсы собственного компьютера, а преподавателям облегчают процесс оценивания результатов [19]. Это делает процесс обучения современным, расширяет познавательную активность пользователей и позволяет приобрести новые цифровые компетенции [20].

#### Список источников / References

1. Девяткин Е. М., Хасанова С. Л., Чиганова Н. В. Комплекс электронных лабораторных установок по общей физике. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(4):161. EDN: WIQDHN  
[Devyatkin E. M., Khasanova S. L., Chiganova N. V. Virtual interactive laboratory setting on physics. *Modern Problems of Science and Education*. 2016;(4):161. (In Russian.) EDN: WIQDHN]
2. Гавронская Ю. Ю., Оксенчук В. В. Методика создания виртуальных лабораторных работ по химии. *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(2(2)):360. EDN: UZJDDJ

[Gavronskaya Yu.Yu., Oksenchuk V.V. The technique of creation of virtual laboratory works in chemistry. *Modern Problems of Science and Education*. 2015;(2(2)):360. (In Russian.) EDN: UZJDDJ]

3. Ушакова Н. Ю., Быковская Л. В. Облачные web-приложения для организации лабораторных работ по электротехническим дисциплинам. *Современные проблемы науки и образования*. 2021;(3):84. EDN: UDUGMH. DOI: 10.17513/spno.30927

[Ushakova N. Yu., Bykovskaya L. V. On the practice of using specialized cloud web applications in electrical engineering disciplines. *Modern Problems of Science and Education*. 2021;(3):84. (In Russian.) EDN: UDUGMH. DOI: 10.17513/spno.30927]

4. Шапошникова Т. Л., Рыкова Е. В. Виртуальный лабораторный практикум в структуре информационных образовательных технологий. *Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта*. 2014;(12(118)):218–222. EDN: TFDRIH. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2014.12.118.p218-222

[Shaposhnikova T. L., Rykova E. V. Virtual laboratory practice in the structure of the computer-aided educational technologies. *Uchenye Zapiski Universiteta Imeni P. F. Lesgafta*. 2014;(12(118)):218–222. (In Russian.) EDN: TFDRIH. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2014.12.118.p218-222]

5. Губский Е. Г. Виртуальные лабораторные работы по физике в системе дистанционного обучения. *Современные проблемы науки и образования*. 2009;(1):56–57. EDN: KWNNHYT

[Gubsky E. G. Virtual laboratory work in physics in the system of distance learning. *Modern Problems of Science and Education*. 2009;(1):56–57. (In Russian.) EDN: KWNNHYT]

6. Aljuhani K., Sonbul M., Althabiti M., Meccawy M. Creating a Virtual Science Lab (VSL): The adoption of virtual labs in Saudi schools. *Smart Learning Environments*. 2018;(5):16. DOI: 10.1186/s40561-018-0067-9

7. Трухин А. В. Об использовании виртуальных лабораторий в образовании. *Открытое и дистанционное образование*. 2002;(4(8)):81–82. EDN: MLTRIH

[Trukhin A. V. On the use of virtual laboratories in education. *Open and Distance Education*. 2002;(4(8)):81–82. (In Russian.) EDN: MLTRIH]

8. Белов В. В., Образцов И. В., Иванов В. К., Коноплев Е. Н. Компьютерная реализация решения научно-технических и образовательных задач: учебное пособие. Тверь: ТвГТУ; 2015. 102 с. EDN: VMAASD

[Belov V. V., Obratsov I. V., Ivanov V. K., Konoplev E. N. Computer implementation of solving scientific, technical and educational problems: textbook. Tver, TvSTU; 2015. 102 p. (In Russian.) EDN: VMAASD]

9. Аношина О. В., Шумихина К. А. Преимущества использования виртуального физического практикума в условиях пандемии. *Современные проблемы науки и образования*. 2021;(3):101. EDN: ZNXLYV. DOI: 10.17513/spno.30955

[Anoshina O. V., Shumikhina K. A. Advantages of using a virtual physical labs in a pandemic. *Modern Problem of Science and Education*. 2021;(3):101. (In Russian.) EDN: ZNXLYV. DOI: 10.17513/spno.30955]

10. Лаптенков Б. К., Тихомиров Ю. В. Опыт организации и проведения виртуального лабораторного практикума по курсу физики. *Физическое образование в вузах*. 2005;11(2):90–101. EDN: HTLVZB

[Laptenkov B. K., Tikhomirov Yu. V. The experience of organization of virtual laboratory practical works on physics. *Physics in Higher Education*. 2005;11(2):90–101. (In Russian.) EDN: HTLVZB]

11. Гринберг Г. М., Романов Д. В. Интерактивная компьютерная модель шагового двигателя. *Решетневские чтения. Материалы XIV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генераль-*

ного конструктора ракетно-космических систем академик М. Ф. Решетнева. 2010;2:485–486. EDN: UNKKSX

[Grinberg G. M., Romanov D. V. Interactive computer model of the step engine. *Reshetnev readings. Proc. XIV Int. Scientific and Practical Conf., Dedicated to the Memory of the General Designer of Rocket and Space Systems Academician M. F. Reshetnev*. 2010;2:485–486. (In Russian.) EDN: UNKKSX]

12. Ушакова Н. Ю., Быковская Л. В. Облачные web-приложения для организации лабораторных работ по электротехническим дисциплинам. *Современные проблемы науки и образования*. 2021;(3):1–8. EDN: UDUGMH. DOI: 10.17513/spno.30927

[Ushakova N. Y., Bykovskaya L. V. On the practice of using specialized cloud web applications in electrical engineering disciplines. *Modern Problem of Science and Education*. 2021;(3):1–8. (In Russian.) EDN: UDUGMH. DOI: 10.17513/spno.30927]

13. Гринберг Г. М., Романов Д. В. Организация лабораторного практикума с применением информационно-коммуникационных технологий. *Решетневские чтения. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева*. 2014;3:290–295. EDN: PBJQBN

[Grinberg G. M., Romanov D. V. Organization of the laboratory workshop using IT and communication technologies. *Reshetnev readings. Proc. XVIII Int. Scientific and Practical Conf., Dedicated to the Memory of the General Designer of Rocket and Space Systems Academician M. F. Reshetnev*. 2014;3:290–295. (In Russian.) EDN: PBJQBN]

14. Соловов А. В., Мишук В. Т. Интеллектуальные тренажеры и виртуальные лаборатории: учебное пособие. Самара: СГАУ; 2007. 59 с. EDN: QMFOYN

[Solovov A. V., Mishchuk V. T. Intellectual simulators and virtual laboratories: textbook. Samara, SSAU; 2007. 59 p. (In Russian.) EDN: QMFOYN]

15. Сацук М. М., Артышко А. А., Миронов Д. Е., Кудрявцева О. А., Иванилова Т. Н. Разработка обучающего программного обеспечения для лабораторных работ по дисциплине «Физика». *Решетневские чтения. Материалы XXIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева*. 2019;2:383–385. EDN: LUZUQJ

[Satsuk M. M., Artysheko A. A., Mironov D. E., Kudryavtseva O. A., Ivanilova T. N. Development of training software for laboratory work on the discipline “Physics”. *Reshetnev readings. Proc. XXIII Int. Scientific and Practical Conf., Dedicated to the Memory of the General Designer of Rocket and Space Systems Academician M. F. Reshetnev*. 2019;2:383–385. (In Russian.) EDN: LUZUQJ]

16. Блинов С. Н., Иванилова Т. Н., Кудрявцева О. А. Обучающая компьютерная программа «Виртуальные лабораторные работы по курсу “Физика” для студентов технических специальностей». *Открытое и дистанционное образование*. 2019;(1(73)):46–52. EDN: ZCDAQP. DOI: 10.17223/16095944/73/6

[Blinov S. N., Ivanilova T. N., Kudryavtseva O. A. Educational software “Virtual laboratory works on the course of ‘Physics’ for engineering students”. *Open and Distance Education*. 2019;(1(73)):46–52. (In Russian.) EDN: ZCDAQP. DOI: 10.17223/16095944/73/6]

17. Говоров А. И., Говорова М. М., Шиков А. Н. Функциональные особенности разработки виртуального лабораторного практикума по компьютерным сетям. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2015;(4):42–53. EDN: VBJNMD

[Govorov A. I., Govorova M. M., Shikov A. N. Functional features of development of a virtual laboratory workshop on

computer networks. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2015;(4):42–53. (In Russian.) EDN: VBJNMD]

18. Коатс Дж. Поколения и стили обучения: монография. М.: МАПДО; 2011. 121 с. EDN: QYMQVZ

[Coates J. Generations and learning styles: a monograph. Moscow, MAPDO; 2011. 121 p (In Russian.) EDN: QYMQVZ]

19. Waldrop M. M. Education online: The virtual lab. *Nature*. 2013;499:268–270. DOI: 10.1038/499268a

20. Вязанкова В. В., Романова М. Л. Информатизация образования как фактор формирования информационной компетентности студентов. *Открытое и дистанционное образование*. 2014;(1(53)):54–59. EDN: SAHMZH

[Vyazankova V. V., Romanova M. L. In formatization of education as the factor of students’ information competence formation. *Open and Distance Education*. 2014;(1(53)):54–59. (In Russian.) EDN: SAHMZH]

#### Информация об авторах

**Иванилова Татьяна Николаевна**, канд. тех. наук, доцент, начальник управления информационно-коммуникационных образовательных технологий, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1202-6609>; *e-mail*: [ivanilova.tn@gmail.com](mailto:ivanilova.tn@gmail.com)

**Кушнеров Алексей Владимирович**, зав. сектором разработки мультимедийного учебного контента, отдел разработки электронно-образовательных ресурсов, управление информационно-коммуникационных образовательных технологий, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5384-6099>; *e-mail*: [kushnerov\\_av@sibsau.ru](mailto:kushnerov_av@sibsau.ru)

**Семенов Виктор Александрович**, начальник отдела разработки электронно-образовательных ресурсов, управление информационно-коммуникационных образовательных технологий, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1343-5014>; *e-mail*: [v1992@mail.ru](mailto:v1992@mail.ru)

**Ильющин Илья Андреевич**, студент 4-го курса кафедры информационно-управляющих систем, Институт информатики и телекоммуникаций, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6698-102X>; *e-mail*: [kqngwap@gmail.com](mailto:kqngwap@gmail.com)

**Серегин Александр Валерьевич**, студент 4-го курса кафедры информационно-управляющих систем, Институт информатики и телекоммуникаций, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7047-2466>; *e-mail*: [sear\\_ring@mail.ru](mailto:sear_ring@mail.ru)

#### Information about the authors

**Tatiana N. Ivanilova**, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Head of the Department of Information and Communication Technologies in Education, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1202-6609>; *e-mail*: [ivanilova.tn@gmail.com](mailto:ivanilova.tn@gmail.com)

**Alexey V. Kushnerov**, Head of the Multimedia Educational Content Development Sector, Electronic Educational Resources Development Department, Department of Information and Communication Technologies in Education, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5384-6099>; *e-mail*: [kushnerov\\_av@sibsau.ru](mailto:kushnerov_av@sibsau.ru)

**Viktor A. Semenov**, Head of the Electronic Educational Resources Development Department, Department of Information and Communication Technologies in Education, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1343-5014>; *e-mail*: [v1992@mail.ru](mailto:v1992@mail.ru)

**Ilya A. Ilyushin**, a 4th year student at the Department of Information and Control Systems, Institute of Informatics and Telecommunications, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6698-102X>; *e-mail*: [kqngwap@gmail.com](mailto:kqngwap@gmail.com)

**Alexander V. Seregin**, a 4th year student at the Department of Information and Control Systems, Institute of Informatics and

Telecommunications, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7047-2466>; *e-mail*: [sear\\_ring@mail.ru](mailto:sear_ring@mail.ru)

*Поступила в редакцию / Received*: 24.11.2022.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 24.02.23.

*Принята к печати / Accepted*: 28.02.23.

## ПОДПИСКА

### Журнал «Информатика и образование»

Индекс подписки  
на 2-е полугодие 2023 года  
(«Урал-Пресс», «АРЗИ» и другие агентства подписки)

**70423**

Периодичность выхода: 3 номера в полугодие (август, октябрь, декабрь)  
Объем — не менее 88 полос

Редакционная стоимость — 900 руб.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

### Уважаемые коллеги!

Статьи для публикации в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе» должны отправляться в редакцию **только через электронную форму на сайте ИНФО (раздел «Авторам → Отправка статьи»):**

<https://infojournal.ru/authors/send-article/>

Обращаем ваше внимание, что для отправки статьи необходимо предварительно зарегистрироваться на сайте ИНФО (или авторизоваться — для зарегистрированных пользователей).

**С требованиями к оформлению представляемых для публикации материалов можно ознакомиться на сайте ИНФО в разделе «Авторам»:**

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

Обратите внимание: требования к оформлению файла рукописи — **разные** для журналов «Информатика и образование» и «Информатика в школе». При подготовке файла рукописи ориентируйтесь на требования для того журнала, в который вы представляете статью. Если вы представляете рукопись в оба журнала (для публикации в одном из изданий — на усмотрение редакции), при ее оформлении следует руководствоваться требованиями к оформлению рукописи в журнал «Информатика и образование».

Дополнительную информацию можно получить в разделе **«Авторам → Часто задаваемые вопросы»:**

<https://infojournal.ru/authors/faq/>

а также в редакции ИНФО:

*E-mail:* [readinfo@infojournal.ru](mailto:readinfo@infojournal.ru)

*Телефон:* +7 (495) 140-19-86



# 1С:Оценка качества образования. Школа

Трехуровневая система оценки качества образования

Единые подходы к внутренней и внешней оценке качества образования

Прогнозирование результатов итоговой государственной аттестации



Соответствие актуальным нормативным документам

Оперативное управление качеством образования

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

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

## Функциональные возможности

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

## Преимущества использования

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

