

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

# Информатика и образование

Научно-методический журнал

**Informatics  
and Education**

Scholarly Journal

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



**№ 4 / 2022**

Том (Volume) 37



# 1С:Образование

## Система организации и поддержки учебного процесса онлайн

Онлайн-система предназначена для организации электронного обучения и включения дистанционных образовательных технологий в учебный процесс в школе или колледже.



### Функциональные возможности

- Ориентированная на образовательную организацию система администрирования пользователей.
- Учет особенностей организации учебного процесса в конкретной школе или колледже.
- Цифровая библиотека учебных пособий по всем основным общеобразовательным дисциплинам.
- Десятки тысяч интерактивных мультимедийных образовательных ресурсов в составе библиотеки.
- Инструменты для создания собственных цифровых учебных материалов различного дидактического назначения.
- Назначение учащимся групповых и индивидуальных заданий с автоматической проверкой.
- Детальное информирование преподавателя о ходе и результатах самостоятельной учебной деятельности учащегося.
- Совместное использование с любыми системами видеоконференцсвязи для проведения онлайн-занятий.

### Преимущества использования

- Отсутствие затрат на развертывание, администрирование и эксплуатацию системы в сети образовательной организации.
- Отдельная база данных для каждой школы или колледжа.
- Неограниченное количество классов и групп, преподавателей и учащихся.
- Регулярно обновляемая цифровая библиотека учебных пособий.
- Низкая стоимость подключения и простота в использовании.

**Заполните заявку на сайте  
и получите бесплатный тестовый  
доступ на 30 календарных дней.**



## Содержание

### ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

- Яникова З. М.** Цифровые платформы и сервисы для трансформации отрасли «Образование»..... 5
- Мирошниченко А. Г., Правосудов Р. Н., Кузьмин Д. А.** Развитие информационной системы СибГМУ на основе автоматизации процессов подготовки образовательных программ ..... 11

### ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

- Мухаметзянов И. Ш.** Организационно-управленческие проблемы смешанного и гибридного обучения ..... 19
- Vainshtein Yu. V., Noskov M. V., Shershneva V. A., Tanzy M. V.** Mathematics e-learning in the conditions of bilinguality..... 25
- Абдулгалимов Г. Л., Косино О. А., Гоголданова К. В.** Техническое зрение: практикум по настройке и программированию ..... 34
- Литвак Е. Г.** Методика преподавания проектирования баз данных на основе четырехкомпонентной модели педагогического дизайна ..... 46
- Токтарова В. И., Попова О. Г.** Анализ образовательных данных взаимосвязи успешности обучения и поведения студентов в цифровой образовательной среде вуза ..... 54
- Гусева Е. В., Родионов М. А.** Обучение курсантов военного вуза решению расчетных задач военно-прикладной направленности с использованием специализированного программного обеспечения..... 64

### ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ТЕСТЫ

- Баженова И. В., Клуникова М. М., Пак Н. И.** Интеллектуальная модель оценки уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления обучающихся ..... 71

### ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

- Климович А. Ф., Минич О. А.** Модернизация состава ИКТ-компетенций педагогов для подготовки будущих учителей в области методов электронного обучения и сетевого взаимодействия ..... 80



# 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  
<http://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

БАСЫРОВА Зифа Аббясовна

Корректоры

КРИКУНОВА Галина Викторовна

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, начальник 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, Санкт-Петербург, 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 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, директор (Красноярск, Россия)

**УВАРОВ Александр Юрьевич**

доктор пед. наук, профессор, Институт кибернетики и образовательной информатики 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 технологиях 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); профессор, Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия)

**СТОЯНОВ Станимир Недялков**

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

**ФОМИН Сергей Анатольевич**

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

**ФОРКОШ БАРУХ Алон**

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

## Table of Contents

### INFORMATIZATION OF EDUCATION

- Z. M. Yanikova.** Digital platforms and services to transform the education industry ..... 5
- A. G. Miroshnichenko, R. N. Pravosudov, D. A. Kuzmin.** Developing the SibMed information system through automating the educational program preparation processes ..... 11

### PEDAGOGICAL EXPERIENCE

- I. Sh. Mukhametzyanov.** Organizational and managerial problems of blended and hybrid learning ..... 19
- Yu. V. Vainshtein, M. V. Noskov, V. A. Shershneva, M. V. Tanzy.** Mathematics e-learning in the conditions of bilinguality ..... 25
- G. L. Abdulgaliyev, O. A. Kosino, K. V. Gogoldanova.** Computer vision: A practicum in setting up and programming... 34
- E. G. Litvak.** A methodology for teaching database design based on a four-component instructional design model..... 46
- V. I. Toktarova, O. G. Popova.** An analysis of educational data on the correlation between learning success and students' behavior in the university digital educational environment ..... 54
- E. V. Guseva, M. A. Rodionov.** Training cadets at higher military educational institutions to solve military applied computational problems using customized software ..... 64

### PEDAGOGICAL MEASUREMENTS AND TESTS

- I. V. Bazhenova, M. M. Klunnikova, N. I. Pak.** An intelligent model to assess the level of the computational algorithmic component of students' computational thinking ..... 71

### FOREIGN EXPERIENCE

- A. F. Klimovich, O. A. Minich.** Modernizing the structure of educators' ICT competencies to train future teachers to use e-learning methods and networking ..... 80



# 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  
<http://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**

Zifa A. BASYROVA

**Proofreaders**

Galina V. KRIKUNOVA

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, Head of the Department of Education Informatization, Institute of Digital Education, Moscow City University (Moscow, Russia)

**Nikolai M. DOBROVOLSII**

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

**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 the Institute for 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, Director of 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, Institute for Cybernetics and Educational Computing of the Federal Research Centre "Computer Science and Control" of RAS (Moscow, Russia)

**Evgeniy K. KHENNER**

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

**Liliana R. SHAKIROVA**

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

**Curtis Jay BONK**

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

**Valentina DAGIENĖ**

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

**Ilya LEVIN**

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

**G. S. PRAKASHA**

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

**Yaroslav D. SERGEYEV**

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

**Stanimir N. STOYANOV**

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

**Sergei A. FOMIN**

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

**Alona FORKOSH BARUCH**

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

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-5-10

## ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ И СЕРВИСЫ ДЛЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ «ОБРАЗОВАНИЕ»

З. М. Яникова<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> Фирма «1С», г. Москва, Россия

✉ yanz@1c.ru

### Аннотация

В статье раскрываются перспективы цифровой трансформации России к 2030 году. Отрасль «Образование» является обязательной для всех регионов, и на федеральном уровне определены индикаторы для расчета показателей ее цифровой трансформации. Во всех субъектах РФ востребованы цифровые платформы и сервисы, которые способны обеспечить исполнение федеральных требований с учетом региональной специфики. С этой целью проведен подробный анализ индикаторов для расчета показателей цифровой трансформации в отрасли «Образование» на основе программных продуктов фирмы «1С».

В связи с этим модель комплексной автоматизации современной образовательной организации при внедрении модулей проекта «Цифровая школа» на платформе «1С:Предприятие» представляет практический интерес для администраций отечественных образовательных организаций, использование которых позволит осуществить цифровую трансформацию отрасли «Образование». Особое внимание уделено использованию обязательных индикаторов для расчета показателей эффективности цифровой трансформации на уровне региона и кейсам реальной автоматизации, которые наглядно показывают, как и с применением каких технологий и сервисов 1С конкретные образовательные организации реализовали свои потребности.

**Ключевые слова:** цифровизация, цифровая трансформация, управление школой, цифровая экономика, цифровая школа, информационно-образовательная среда, «1С:Предприятие», 1С.

### Для цитирования:

Яникова З. М. Цифровые платформы и сервисы для трансформации отрасли «Образование». *Информатика и образование*. 2022;37(4):5–10. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-5-10

## DIGITAL PLATFORMS AND SERVICES TO TRANSFORM THE EDUCATION INDUSTRY

Z. M. Yanikova<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> 1C Company, Moscow, Russia

✉ yanz@1c.ru

### Abstract

The article discusses the prospects for Russia's digital transformation by 2030. The education industry is mandatory for all regions. Thus, variables necessary to calculate its digital transformation indicators have been identified at the federal level. In all constituent entities of the Russian Federation, there is a demand for digital platforms and services that can ensure the fulfillment of federal requirements taking into account regional specifics. To this end, the article provides a detailed analysis of the variables for calculating digital transformation indicators in the education industry. The analysis was performed using 1C software products.

In this regard, the model of the integrated automation of a modern educational institution when delivering the modules of the Digital School project on the 1C:Enterprise development platform is of practical interest to the administrations of Russian educational organizations. Using it will make it possible to digitally transform the education industry. The article thoroughly examines the use of mandatory variables for calculating digital transformation performance indicators at the regional level. Additionally, the research focuses on real automation cases that clearly demonstrate how and with what technologies and 1C services specific educational institutions have addressed their needs.

**Keywords:** digitalization, digital transformation, school management, digital economy, digital school, information educational environment, 1C:Enterprise, 1C.

### For citation:

Yanikova Z. M. Digital platforms and services to transform the education industry. *Informatics and Education*. 2022;37(4):5–10. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-5-10

## 1. Введение

4 декабря 2020 года Президент России В. В. Путин поручил кабинету министров провести в ближайший десяток лет цифровую трансформацию всей России. В рамках этого глобального проекта повсеместно будет внедряться искусственный интеллект, цифровая трансформация затронет каждого человека в стране и все уровни власти. При реализации этих задач правительство будет опираться на «суверенные технологические заделы», разработки отечественных инновационных компаний и стартапов, а также математических школ.

«В наступающее десятилетие нам предстоит провести цифровую трансформацию всей страны, всей России, повсеместно внедрить технологии искусственного интеллекта, анализа больших данных», — заявил В. В. Путин на международной онлайн-конференции Artificial Intelligence Journey [1].

В рамках национальной цели «Цифровая трансформация» необходимо до 2030 года достичь выполнения следующих показателей:

- «цифровой зрелости» ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления;
- увеличения до 95 % доли массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде;
- повышения до 97 % доли домохозяйств, которым обеспечена возможность широкополосного доступа к интернету;
- роста в четыре раза по сравнению с показателем 2019 года вложений в отечественные решения в сфере ИТ.

Таким образом, 2021 год стал поворотным для цифровизации отрасли «Образование» в связи с разработкой и принятием региональных стратегий цифровой трансформации в соответствии с федеральными требованиями, а именно:

- Указом Президента Российской Федерации от 04.02.2021 № 68 «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации» [2];
- постановлением Правительства Российской Федерации от 03.04.2021 № 542 «Об утверждении методик расчета показателей для оценки эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а также о признании утратившими силу отдельных положений постановления Правительства Российской Федерации от 17 июля 2019 г. № 915» [3].

## 2. Материалы и методы

Отрасль «Образование» относится к обязательным для всех регионов, и на федеральном уровне установлены индикаторы для расчета показателей цифровой трансформации. В связи с этим во всех 85 субъектах РФ востребованы цифровые платформы и сервисы, которые способны обеспечить исполнение федеральных требований с учетом региональной специфики.

Отечественные программные продукты системы «1С:Предприятие» и инновационная технологическая платформа, на которой они построены, ежедневно применяются для повышения эффективности управления и учета более чем на 5 млн рабочих мест в организациях различных размеров и форм собственности в России и других странах. Технологическая платформа «1С:Предприятие 8» является уникальным сочетанием комплекса инструментов и технологий (full-stack platform), позволяющего разрабатывать высоконагруженные кросс-платформенные бизнес-решения любой сложности, и концепции low-code, дающей возможность минимизировать объем написанного кода, значительную часть разработки осуществлять в режиме визуального конструирования и в ряде случаев модифицировать бизнес-логику приложения силами конечных пользователей. Low-code платформы становятся все более востребованными в мире, поскольку они ускоряют цикл цифровой трансформации от бизнес-потребности до работающего бизнес-процесса [4].

## 3. Результаты

В таблице приведены результаты применения индикаторов для расчета показателей цифровой трансформации в отрасли «Образование» на основе программных продуктов фирмы «1С» [5].

В связи с этим для образовательных организаций общего образования остается актуальным проект комплексной автоматизации «Цифровая школа» на платформе «1С:Предприятие» [6], так как входящие в него модули («1С:Общеобразовательное учреждение», «1С:Автоматизированное составление расписания. Школа», «1С:Психодиагностика образовательного учреждения», «1С:Образование 5. Школа», «1С:Оценка качества образования. Школа», «1С:Школьный аттестат», «1С:Цифровая библиотека учебных материалов», «1С:Школьный буфет», «1С:Школьное питание», «1С:Школьная проходная», «1С:Бухгалтерия государственного учреждения», «1С:Зарплата и кадры государственного учреждения») обеспечивают стопроцентное исполнение вышеперечисленных показателей.

На рисунке представлена модель комплексной автоматизации современной образовательной организации при внедрении проекта «Цифровая школа» на платформе «1С:Предприятие».

Приведенный выше перечень решений позволяет реализовать все возможные потребности пользователей из образовательных организаций [7–20], для полного представления которых запу-

### Результаты применения показателей цифровой трансформации для отрасли «Образование» с использованием решений 1С

#### Results of applying digital transformation indicators to the education industry using 1C solutions

Индикаторы для расчета показателей по отрасли «Образование»	Программные продукты «1С», обеспечивающие исполнение показателей по отрасли «Образование»	Результат, % исполнения показателя
2.1. Доля учащихся, по которым осуществляется ведение цифрового профиля	«1С:Общеобразовательное учреждение» Система включена в «Единый реестр Минкомсвязи российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных». Сертификат соответствия ФСТЭК России № 4183 от 04.12.2019, действителен до 04.12.2024. «1С:Образование» Система включена в Единую платформу «Навигатор образования» Министерства просвещения РФ и Агентства стратегических инициатив, в также в «Единый реестр Минкомсвязи российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных».	100
2.2. Доля учащихся, которым предложены рекомендации по повышению качества обучения и формированию индивидуальных траекторий с использованием данных цифрового портфолио учащегося	«1С:Оценка качества образования. Школа» Включена в «Единый реестр Минкомсвязи российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных». «1С:Психодиагностика образовательного учреждения» Система включена в «Единый реестр Минкомсвязи российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных». Сертификат соответствия ФСТЭК России № 4183 от 04.12.2019, действителен до 04.12.2024. «1С:Автоматизированное составление расписания. Школа» Система включена в «Единый реестр Минкомсвязи российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных». Сертификат соответствия ФСТЭК России № 4183 от 04.12.2019, действителен до 04.12.2024.	100
2.3. Доля педагогических работников, получивших возможность использования верифицированного цифрового образовательного контента и цифровых образовательных сервисов	«1С:Образование» Система включена в Единую платформу «Навигатор образования» Министерства просвещения РФ и Агентства стратегических инициатив, а также в «Единый реестр Минкомсвязи российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных». Учебные пособия серии «1С:Школа» Выпускаются издательством «1С-Паблишинг», входящим в перечень организаций, выпускающих учебные пособия, допущенные к использованию при реализации образовательных программ общего образования, имеющих государственную аккредитацию согласно Приказу Минобрнауки РФ № 699 от 09.06.2016, строка 8 Приложения.	100
2.4. Доля учащихся, имеющих возможность бесплатного доступа к верифицированному цифровому образовательному контенту и сервисам для самостоятельной подготовки	Учебные пособия серии «1С:Школа» Выпускаются издательством «1С-Паблишинг», входящим в перечень организаций, выпускающих учебные пособия, допущенные к использованию при реализации образовательных программ общего образования, имеющих государственную аккредитацию согласно Приказу Минобрнауки РФ № 699 от 09.06.2016, строка 8 Приложения.	100
2.5. Доля заданий в электронной форме для учащихся, проверяемых с использованием технологий автоматизированной проверки	«1С:Образование» Система включена в Единую платформу «Навигатор образования» Министерства просвещения РФ и Агентства стратегических инициатив, в также в «Единый реестр Минкомсвязи российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных».	100

Источник: [1, 2].

щен специализированный раздел «Образование» на сайте «1С:Консалтинг» [21]. Особую ценность представляют кейсы реальной автоматизации, которые наглядно показывают, как и с применением каких технологий и сервисов 1С конкретные образовательные организации реализовали свои потребности.

Фирмой «1С» выпущен межотраслевой программный продукт «1С:Плановое питание КОРП»,

предназначенный для создания информационной системы учета коллективного питания на региональном или муниципальном уровне на технологической платформе «1С:Fresh». Своевременность выпуска нового решения обусловлена необходимостью исполнения Перечня поручений по реализации Послания Президента РФ Федеральному Собранию от 15.01.2020 (Пр-113, п. 5а; Пр-113, п. 5б) [22]. В конце

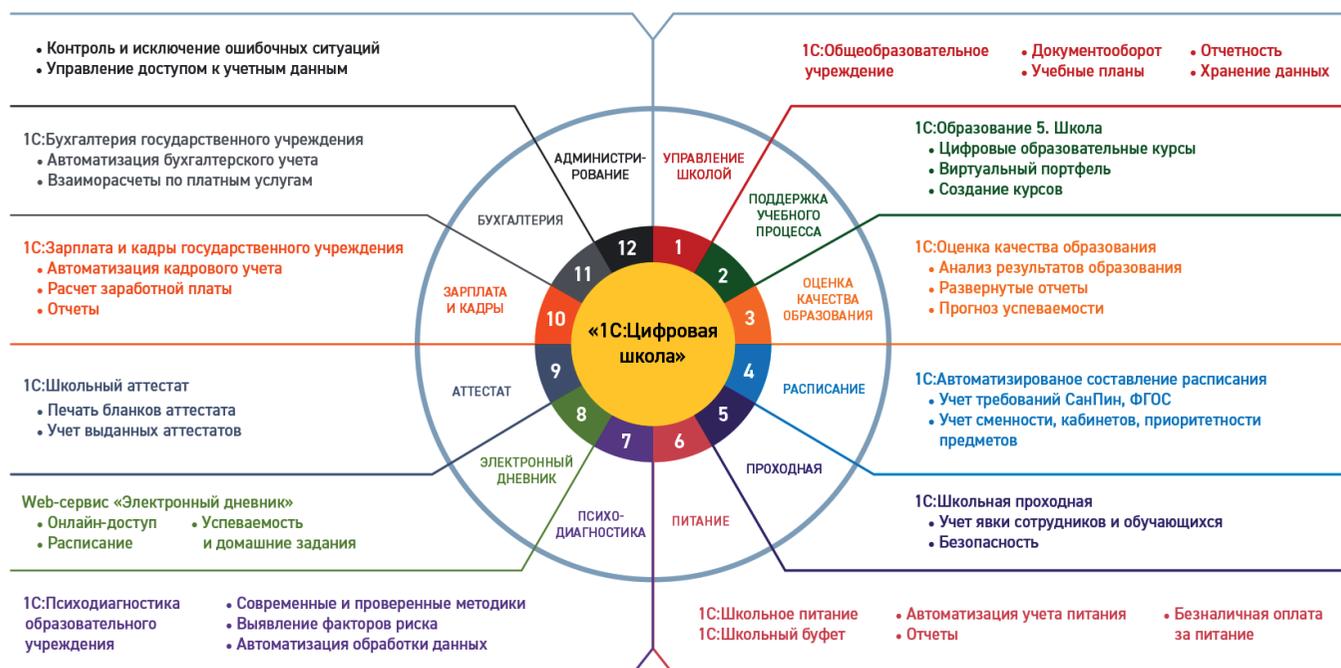


Рис. «Цифровая школа» на платформе «1С:Предприятие»

Fig. "Digital School" on the 1C:Enterprise platform

2021 года стартовал масштабный облачный проект в Тульской области по внедрению «1С:Плановое питание КОРП», в рамках которого будет охвачено 527 пиццешколов образовательных организаций региона.

Оценка индекса роста реальной среднемесячной заработной платы педагогических работников и работников бюджетной сферы — одна из актуальных задач для регионов в связи с Указом Президента РФ от 04.02.2021 № 68 «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации». Фирма «1С» совместно с партнерской сетью активно внедряет проекты по реализации облачной финансово-хозяйственной деятельности, кадрового учета с использованием «1С:Реестр кадров». Это позволяет в автоматизированном режиме оперативно консолидировать данные о кадровом составе и заработной плате государственных и муниципальных учреждений любой отраслевой направленности. Предусмотренный функционал дает возможность осуществлять контроль штатной численности и кадровых перестановок, сокращения бюджетных расходов, начислений по сотрудникам. Обратная связь от пользователей из Новгородской, Тверской и Липецкой областей, Республики Дагестан, Республики Саха (Якутия) показывает, что востребованными функциями также являются проведение анализа кадрового потенциала и осуществление контроля наполненности и достоверности данных.

После ряда трагических событий в учебных заведениях РФ снова остро встал вопрос безопасности детей в школах и детских садах. В связи с этим

актуализированы функциональные возможности программного продукта «1С:Школьная проходная» — появился новый функционал «Учет посещаемости секций организаций дополнительного образования». В связи с нынешней эпидемиологической обстановкой, требующей разделения потоков в образовательных учреждениях и использования большего количества входов и выходов, появилась возможность оборудовать дополнительные входы/выходы терминалами учета посетителей на базе мобильных телефонов с операционной системой Android, имеющих модули NFC. Для своевременного выявления детей с отклоняющимся поведением в программе «1С:Психодиагностика образовательного учреждения» есть блок методик «Склонность к аддиктивному поведению», позволяющий в том числе своевременно выявить учащихся со склонностью к наркотизации.

В 2021 году благодаря своевременно выпущенному релизу «1С:Школьный аттестат» большинство школ РФ получили возможность печати бланков аттестатов с генерацией двумерного матричного штрихкода (QR-код), содержащего фамилию, имя, отчество, регион выдачи аттестата, номер аттестата, дату выдачи аттестата в соответствии с требованиями Приказа Министерства просвещения РФ от 05.10.2020 № 545 «Об утверждении образцов и описаний аттестатов об основном общем и среднем общем образовании и приложений к ним».

Успешность проектов по автоматизации образовательных организаций обеспечивает сеть «Центров компетенции по образованию» [23], которая на 2021 год включала 60 партнеров 1С в РФ и одного партнера в Казахстане.

#### 4. Выводы

Одним из ключевых направлений деятельности управлением образовательными организациями среднего образования является их комплексная цифровизация. Использование современных цифровых платформ и сервисов позволит реализовать как показатели цифровой трансформации, так и другие отраслевые задачи, а именно:

- сформировать безопасную и экономически эффективную цифровую среду, позволяющую управлять образовательным процессом, контролировать и анализировать его результаты;
- оптимизировать управление образовательной, административной, финансовой и хозяйственной деятельностью;
- упорядочить ключевые процессы образовательной организации, ускорить процедуры;
- автоматизировать процессы мониторинга и контроля за результатами образовательных процессов для возможности оценки степени их эффективности;
- добиться максимальной прозрачности взаиморасчетов с учащимися;
- повысить экономическую эффективность услуг дополнительного образования;
- повысить оперативность подготовки финансовой отчетности;
- обеспечить своевременное выявление факторов риска при развитии личности ребенка для повышения успеваемости, безопасности учащихся и формирования комфортной социальной среды;
- сократить трудозатраты сотрудников и увеличить время, выделяемое непосредственно на учебный процесс;
- увеличить скорость обслуживания читателей библиотек школы;
- повысить безопасность нахождения в образовательной организации.

#### Список источников / References

1. Выступление Президента Российской Федерации В. В. Путина на международной онлайн-конференции Artificial Intelligence Journey. Режим доступа: [https://www.cnews.ru/news/top/2020-12-04\\_putin\\_rasporyadilsya\\_v\\_kratchajshie](https://www.cnews.ru/news/top/2020-12-04_putin_rasporyadilsya_v_kratchajshie)

[Speech by the President of the Russian Federation V. V. Putin at an international online conference Artificial Intelligence Journey. (In Russian.) Available at: [https://www.cnews.ru/news/top/2020-12-04\\_putin\\_rasporyadilsya\\_v\\_kratchajshie](https://www.cnews.ru/news/top/2020-12-04_putin_rasporyadilsya_v_kratchajshie)]

2. Указ Президента Российской Федерации от 04.02.2021 № 68: «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации». Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102040027>

[Decree of the President of the Russian Federation No. 68 dated 04.02.2021: "On evaluating the effectiveness of the activities of senior officials (heads of the highest executive bodies of state power) of the subjects of the

Russian Federation and the activities of executive bodies of the subjects of the Russian Federation". (In Russian.) Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102040027>]

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 03.04.2021 № 542: «Об утверждении методик расчета показателей для оценки эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а также о признании утратившими силу отдельных положений постановления Правительства Российской Федерации от 17 июля 2019 г. № 915». Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202104130046>

[Resolution of the Government of the Russian Federation No. 542 dated 03.04.2021: "On approval of methods for calculating indicators for evaluating the effectiveness of the activities of senior officials (heads of supreme executive bodies of state power) of the subjects of the Russian Federation and the activities of executive authorities of the subjects of the Russian Federation, as well as on invalidation of certain provisions of the Decree of the Government of the Russian Federation dated July 17, 2019 No. 915". (In Russian.) Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202104130046>]

4. Нуралиев Б. Н. Взаимодействие экосистемы 1С с системой образования в эпоху цифровой экономики. *Новые информационные технологии в образовании — 2022. Экосистема 1С для цифровизации экономики, организации учебного процесса и развития профессиональных компетенций*. XXII международная научно-практическая конференция. 1–2 февраля 2022 г. Режим доступа: <https://educonf.1c.ru/conf2022/thesis/10297/>

[Nuraliev B. N. Interaction of the 1C ecosystem with the education system in the times of the digital economy. *New Information Technologies in Education — 2022. Ecosystem 1C for Digitalizing the Economy, Organizing the Educational Process and the Development of Professional Competencies*. XXII International Scientific and Practical Conference. February 1–2, 2022 (In Russian.) Available at: <https://educonf.1c.ru/conf2022/thesis/10297/>]

5. Описание отраслевых решений для образования на платформе «1С:Предприятие 8». Режим доступа: <http://solutions.1c.ru/education>

[Description of industry solutions for education on the 1C:Enterprise 8 platform. (In Russian.) Available at: <http://solutions.1c.ru/education>]

6. Обзор системы «1С:Предприятие 8». Режим доступа: <http://v8.1c.ru/overview/Platform.html>

[Overview of the 1C:Enterprise 8 system. (In Russian.) Available at: <http://v8.1c.ru/overview/Platform.html>]

7. Организация современной информационной образовательной среды: методическое пособие: А. С. Захаров, Т. Б. Захарова, Н. К. Нателаури. М.: Прометей; 2016. 280 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58164.html>

[Organization of the modern information educational environment: A methodological guide: A. S. Zakharov, T. B. Zakharova, N. K. Natelauri. Moscow, Prometheus; 2016. 280 p. (In Russian.) Available at: <http://www.iprbookshop.ru/58164.html>]

8. Зенков А. Р. Цифровизация образования: направления, возможности, риски. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования*. 2020;(1):52–55. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42873886>

[Zenkov A. R. Digitalization of education: Directions, opportunities, risks. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Problems of Higher Education*. 2020;(1):52–55. (In Russian.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42873886>]

9. Налётова Н. Ю. Цифровизация образования: «за» и «против», текущие и имманентные проблемы. *Педагогика*. 2020;(1):43–47.

[Naletova N. Yu. Digitalization of education: “Pros” and “cons”, current and immanent problems. *Pedagogy*. 2020;(1):43–47. (In Russian.)]

10. Некоторые итоги цифровизации образования на примере вынужденного удаленного школьного обучения: В. И. Панов, Н. А. Борисенко, А. В. Капцов. *Педагогика*. 2020;(9):65–77.

[Some results of digitalization of education on the example of forced remote schooling: V. I. Panov, N. A. Borisenko, A. V. Kartsov. *Pedagogy*. 2020;(9):65–77. (In Russian.)]

11. Никулина Т. В., Стариченко Е. Б. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление. *Педагогическое образование в России*. 2018;(8):107–113. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35534378>

[Nikulina T. V., Starichenko E. B. Information and digital of education: Concepts, technologies, management. *Pedagogical Education in Russia*. 2018;(8):107–113. (In Russian.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35534378>]

12. Шадже А. Ю., Ильинова Н. А. Образование в условиях нового глобального риска: цифровизация и гуманизация. *Социально-гуманитарные знания*. 2020;(6):71–83. DOI: 10.34823/SGZ.2020.5.51478. Режим доступа: <http://sogumzhurnal.ru/index.php/cod/2020/-/6/391-2020-02-29-20-11-42>

[Shadzhe A. Y., Ilyinova N. A. Education in the new global risk conditions: Digitalization and humanization. *Socio-humanitarian Knowledge*. 2020;(6):71–83. (In Russian.) DOI: 10.34823/SGZ.2020.5.51478. Available at: <http://sogumzhurnal.ru/index.php/cod/2020/-/6/391-2020-02-29-20-11-42>]

13. Носков М. В., Дьячук П. П., Добронец Б. С., Вайнштейн Ю. В., Кырманов А. А., Лапчик М. П., Рагулина М. И., Хеннер Е. К., Захарова И. Г., Пак Н. И., Степанова Т. А., Михеев С. А., Скибицкий Э. Г. Эволюция образования в условиях информатизации: монография. Красноярск: СФУ; 2019. 212 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/157608>

[Noskov M. V., Dyachuk P. P., Dobronets B. S., Vainshtein Yu. V., Kitmanov A. A., Lapchik M. P., Ragulina M. I., Khenner E. K., Zaharova B. G., Pak N. I., Stepanova T. A., Miheev S. A., Skibitskii E. G. The evolution of education in the conditions of informatization: monograph. Krasnoyarsk, SFU; 2019. 212 p. (In Russian.) Available at: <https://e.lanbook.com/book/157608>]

14. Абрамова М. А., Фарника М. Цифровизация образования в условиях цифрового неравенства. *Профессиональное образование в современном мире*. 2019;9(4):3167–3175. DOI: 10.15372/PEMW20190403. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41593833>

[Abramova M. A., Farnik M. Digitalization of education in the context of digital inequality. *Professional Education in the Modern World*. 2019;9(4):3167–3175. (In Russian.) DOI: 10.15372/PEMW20190403 Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41593833>]

15. Баева Л. В. Влияние цифровизации образования на человека в контексте проблемы безопасности. *Философия образования*. 2020;20(2):131–144. DOI: 10.15372/PHE20200209. Режим доступа: [http://www.phil-ed.ru/images/pdf/2020\\_2.indd.pdf](http://www.phil-ed.ru/images/pdf/2020_2.indd.pdf)

[Bayeva L. V. Impact of digitalization of education on people in the context of the safety problem. *Philosophy of Education*. 2020;20(2):131–144. (In Russian.) DOI: 10.15372/PHE20200209. Available at: [http://www.phil-ed.ru/images/pdf/2020\\_2.indd.pdf](http://www.phil-ed.ru/images/pdf/2020_2.indd.pdf)]

16. Байбородова Л. В., Тамарская Н. В. Трансформация дидактических принципов в условиях цифровизации образования. *Педагогика*. 2020;(7):22–30.

[Bayborodova L. V., Tamarская N. V. Transformation of didactic principles in the conditions of digitalization of education. *Pedagogy*. 2020;(7):22–30. (In Russian.)]

17. Бокова Л. Н. Правовой режим создания безопасной цифровой образовательной среды. *Вестник РУДН. Серия: Юридические науки*. 2020;24(2):274–292. DOI: 10.22363/2313-2337-2020-24-2-274-292. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42987349>

[Bokova L. N. Legal regime of creation of a secure digital educational environment. *RUDN Journal of Law*. 2020;24(2):274–292. (In Russian.) DOI: 10.22363/2313-2337-2020-24-2-274-292. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42987349>]

18. Гладышев А. А., Гладышева А. А. Философия современного образования: фундаментальность или компетентность цифрового пространства. *Профессиональное образование в современном мире*. 2020;10(1):3508–3519. DOI: 10.15372/PEMW20200114. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42662728>

[Gladyshev A. A., Gladysheva A. A. The philosophy of contemporary education: The fundamental nature or competence of the digital space. *Professional Education in the Modern World*. 2020;10(1):3508–3519. (In Russian.) DOI: 10.15372/PEMW20200114. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42662728>]

19. Колыхматов В. И. Вызовы современной школы в условиях цифрового образования. *Человек и образование*. 2020;(3(64)):51–54. DOI: 10.54884/S181570410020886-9. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44387055>

[Kolykhmatov V. I. Challenges of modern school in the context of digital education. *Man and Education*. 2020;(3(64)):51–54. (In Russian.) DOI: 10.54884/S181570410020886-9. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44387055>]

20. Coleman J. Social capital in the creation of human capital. *The American Journal of Sociology*. 2019;(94):95–120. Available at: <http://faculty.washington.edu/matsueda/courses/587/readings/Coleman%201988.pdf>

21. Новый раздел «Образование» на сайте «1С:Консалтинг». Режим доступа: <https://consulting.1c.ru/obr/>

[A new section “Education” on the 1C-Consulting website. (In Russian.) Available at: <https://consulting.1c.ru/obr/>]

22. Перечень поручений по реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации от 15.01.2020. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/62673/print>

[List of instructions for the implementation of the Message of the President of the Russian Federation to Federal Assembly of Russian Federation dated 15.01.2020. (In Russian.) Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/62673/print>]

23. Центры компетенции по образованию фирмы 1С. Режим доступа: <https://1c.ru/rus/partners/cko.jsp>

[Competency centers for education of the company 1C. (In Russian.) Available at: <https://1c.ru/rus/partners/cko.jsp>]

#### Информация об авторе

Яникова Зульмира Маликовна, руководитель группы автоматизации учреждений дошкольного и общего образования, фирма «1С», г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7468-560X>; e-mail: [yanz@1c.ru](mailto:yanz@1c.ru)

#### Information about the author

Zulmira M. Yanikova, Head of Competency Centers in Education Solutions, 1C Company, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7468-560X>; e-mail: [yanz@1c.ru](mailto:yanz@1c.ru)

Поступила в редакцию / Received: 25.07.2022.

Поступила после рецензирования / Revised: 01.08.2022.

Принята к печати / Accepted: 02.08.2022.

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-11-18

## РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СИБГМУ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

А. Г. Мирошниченко<sup>1</sup>, Р. Н. Правосудов<sup>2</sup> ✉, Д. А. Кузьмин<sup>1</sup><sup>1</sup> Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия<sup>2</sup> ООО «Интеллект Инфо», г. Саранск, Республика Мордовия, Россия

✉ intellektinfo@yandex.ru

### Аннотация

В статье рассматривается развитие информационной системы (ИС) вуза как процесс цифровой трансформации. Отмечается, что автоматизация процессов разработки и реализации образовательных программ (ОП) является основой цифровизации образовательной среды, главным критерием степени цифровой трансформации вуза.

В статье проанализировано текущее состояние цифровизации образовательной среды в вузах. Раскрывается необходимость использования средств автоматизации для формирования структуры и содержания ОП. Отмечается, что следует создать автоматизированную технологию разработки ОП на государственном уровне, которая позволит автоматически соблюдать требования к структуре и содержанию ОП, развивать их на высоком методическом уровне и оперативно доводить до всех образовательных организаций.

Раскрывается специфика проекта автоматизации процессов разработки ОП ВО на примере Сибирского государственного медицинского университета (СибГМУ). Показана возможность решения данной задачи на основе использования программного продукта «Интеллект Инфо: Образовательные программы» (расширение «1С:Университет ПРОФ»). Предлагаются технологические решения формирования содержания ОП ВО, учитывающие профессиональные стандарты, требования ФГОС 3+++. Приводятся методы автоматизированного формирования индикаторов достижения компетенций, описания ОП, подготовки рабочих программ дисциплин.

Отражена возможность развития ИС любого отечественного вуза в направлении решения задач формирования содержания ОП ВО на основе «1С:Университет ПРОФ».

**Ключевые слова:** автоматизация, вуз, цифровая трансформация, образовательные программы, рабочие программы дисциплин, расширение «1С:Университет ПРОФ».

### Для цитирования:

Мирошниченко А. Г., Правосудов Р. Н., Кузьмин Д. А. Развитие информационной системы СибГМУ на основе автоматизации процессов подготовки образовательных программ. *Информатика и образование*. 2022;37(4):11–18. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-11-18

## DEVELOPING THE SIBMED INFORMATION SYSTEM THROUGH AUTOMATING THE EDUCATIONAL PROGRAM PREPARATION PROCESSES

A. G. Miroshnichenko<sup>1</sup>, R. N. Pravosudov<sup>2</sup> ✉, D. A. Kuzmin<sup>1</sup><sup>1</sup> Siberian State Medical University, Tomsk, Russia<sup>2</sup> LLC Intellect Info, Saransk, The Republic of Mordovia, Russia

✉ intellektinfo@yandex.ru

### Abstract

The article discusses university information system (IS) development as a digital transformation process. It is noted that automating the development and implementation of educational programs (EP) provides a basis for educational environment digitization. Moreover, it is the main criterion of the extent of the university's digital transformation.

The article analyzes the current state of educational environment digitization at universities and highlights the necessity of using automation tools to form the structure and content of EPs. It is necessary to develop an automated technology for designing EPs at the state level. The technology will enable teachers to automatically comply with the requirements for EP structure and content, to develop EPs to a high methodological standard, and promptly bring them to all educational institutions.

The article reveals the specifics of the project to automate the development of higher education EPs drawing on the example of Siberian State Medical University (SibMed). The possibility of solving this problem is based on employing the software product Intellect Info: Educational programs (1C:University PROF extension). The research proposes technological solutions for creating the content of higher education EPs. These solutions take into account professional (occupational) standards, the requirements of the Federal State Educational Standard 3++. The article also outlines methods of the automated formation of competencies achievement indicators, EP description, and the preparation of working programs for disciplines.

The research discusses the possibility of developing the IS of any Russian university to solve the problems of forming the content of higher education EP on the basis of 1C:University PROF.

**Keywords:** automation, university, digital transformation, educational program, work programs of disciplines, 1C:University PROF extension.

**For citation:**

Miroshnichenko A. G., Pravosudov R. N., Kuzmin D. A. Developing the SibMed information system through automating the educational program preparation processes. *Informatics and Education*. 2022;37(4):11–18. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-11-18

## 1. Введение

Цифровая трансформация вуза является результатом развития его информационной системы (ИС) в наиболее общем ее понимании в соответствии с текущими потребностями, формируемыми в том числе возможностями информационных технологий. Очевидно, что развитие ИС вуза является бесконечным процессом, важность которого будет только возрастать со временем для эффективного функционирования как отдельного учреждения, так и системы высшего образования в целом. Однако очень часто наблюдается неготовность вузов ставить задачи развития ИС как приоритетные и тем более системно их реализовывать. Это отмечается в работах, в которых анализируются данные проблемы в вузах. Так, на низкий уровень информатизации вузов как элемента общей системы цифровизации образования указывают О. В. Усачева и М. К. Черняков [1]. На сегодняшний день основные процессы образовательной деятельности, а также процессы управления ими все еще не полностью автоматизированы в большинстве вузов Российской Федерации [2].

Е. В. Бродовская и соавторы [3] отмечают неудовлетворенность обучающихся цифровой инфраструктурой образовательных организаций (ОО). Аналогичные выводы можно встретить и во многих других работах. При этом необходимость развития ИС очевидна для работников вузов всех категорий. На государственном уровне данная проблема была сформулирована как задача построения и реализации стратегии цифровой трансформации каждого вуза [4].

Цифровая трансформация вузов должна быть направлена на главную цель вузов — осуществление образовательной деятельности, т. е. на разработку и реализацию образовательных программ (ОП). Именно реализация ОП является основным видом деятельности вуза. Следовательно, цифровая трансформация вуза должна главным образом измеряться степенью цифровизации процессов разработки и реализации ОП, что в широком смысле можно трактовать как степень цифровизации образовательной среды [5]. В узком понимании разработку ОП можно рассматривать как процесс подготовки документационного обеспечения ОП, который сам по себе представляет сейчас отдельную проблему в вузах [6–10].

## 2. Автоматизация подготовки документационного обеспечения образовательных программ

В настоящее время именно цифровизация образовательной среды в части автоматизации разработки и реализации ОП в вузах осуществляется по остаточному принципу. Во многом это связано с объективными факторами, сложностью автоматизации процессов подготовки ОП, их документационного обеспечения, которые обуславливаются текущими требованиями и необходимостью задействования всего преподавательского коллектива вуза, совершенствования и упорядочивания многих процессов, например, таких как: разработка учебных планов, разработка и адаптация методического обеспечения ОП к автоматизированной технологии, разработка и утверждение регламентов работы преподавательского состава и пр. Современные требования к ОП выражаются в действующих ФГОС как необходимость применения профессиональных стандартов, методик раскрытия компетентностного подхода в структуре ОП. На практике это приводит к росту объемов и сложности документооборота с точки зрения рутинности информации, а как следствие — к тотальной формализации и бюрократизации в разработке и описании ОП [7–11]. Фактически в системе высшего образования сформировалась очередная институциональная ловушка [8, 12, 13]. Вследствие этого любую образовательную программу эксперты могут подвести как к аккредитации, так и к отказу от таковой [14], т. е. аккредитация зависит в значительной степени от субъективных взглядов экспертов в текущей ситуации. Это связано в том числе с отсутствием единой эталонной модели — стандарта документооборота ОП ВО, проработанного во всех тонкостях и аспектах на уровне преподавания дисциплин. Образовательные организации высшего образования самостоятельно разрабатывают локальные нормативные акты, регулирующие процесс проектирования образовательных программ [15, 16]. Это привело к отсутствию разумной унификации и стандартизации документооборота ОП ВО. Неоднозначность толкования в вузовской среде многих частных вопросов формирования ОП от простых форм документов до принципов построения структуры ОП налагает значительную ответственность на админи-

стративно-управленческий персонал (АУП) вузов за создание благоприятных условий для реализации образовательной деятельности преподавателями, их нацеленность на развитие и совершенствование образовательного процесса [17]. Часто можно наблюдать элементы бюрократического подхода АУП на уровне конкретного вуза как одно из следствий отсутствия единых эталонной модели документооборота и технологии формирования структуры и содержания ОП. Данная проблема может быть решена путем разработки автоматизированной технологии формирования структуры и содержания ОП на основе проработанной и утвержденной регламентирующими органами методологии, исключающей всякое неоднозначное толкование определений, понятий, формулировок, а также отсутствие взаимосвязи между структурными элементами ОП.

Таким образом, необходимо создать автоматизированную технологию разработки ОП, которая позволит автоматически соблюдать требования разного уровня к структуре и содержанию ОП, развивать их на высоком методическом уровне. Это требует разработки единой эталонной модели — стандарта документооборота ОП ВО с условием постоянного его развития и совершенствования. Следует решить методологические и технологические вопросы построения структуры и содержания ОП ВО в практической деятельности вуза, а также создать единый автоматизированный сервис или программный продукт, позволяющий разрабатывать и актуализировать структуру и содержание ОП ВО, в том числе с учетом отраслевой и региональной специфики вузов.

В настоящее время отсутствует такая общепризнанная программная система или разработанный государственный информационный сервис. В связи с этим вузы часто вынуждены разрабатывать собственные ИС. Многие известные вузы успешно решают задачи подобного рода, например, СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, МГТУ им. Н. Э. Баумана и др.

Данная задача является назревшей, ее решение требуется в рамках построения электронных открытых социально-педагогических систем, которые, как правило, считаются основой современной подготовки высококвалифицированных кадров. Теоретические и методологические аспекты подобных систем обсуждаются во многих работах [15, 18, 19].

### 3. Проект автоматизации разработки и актуализации образовательных программ СибГМУ

Исходя из сложившейся ситуации, Сибирский государственный медицинский университет (СибГМУ) самостоятельно развивает свою информационную систему, чтобы автоматизировать процессы подготовки документационного обеспечения ОП. Неопределенность в требованиях, сложность и динамичность процессов, реализуемых в организациях высшего образования, определяют функциональные и структурные

особенности университетских систем автоматизации [20], в том числе их разнообразие и определенную трудность выбора. В СибГМУ рассматриваемую задачу начали решать в декабре 2020 года на основе программного продукта «Интеллект Инфо: Образовательные программы» (<http://intellektinfo.ru/>), являющегося расширением системы «1С:Университет ПРОФ» (<http://www.sgu-infocom.ru/>). «1С:Университет ПРОФ» применяется как основа построения электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) во многих вузах, что позволяет развивать цифровизацию образовательной среды [20, 22].

Основной целью реализации проекта автоматизации разработки и актуализации ОП в СибГМУ было преодоление ситуации, когда учет требований к структуре и описанию ОП отвлекал значительные человеческие ресурсы, время профессорско-преподавательского состава.

Использование программного продукта-расширения «Интеллект Инфо: Образовательные программы» позволяет автоматизированно создавать массовые документы по ОП ВО [6, 9]. Однако на момент начала внедрения (январь 2021 года) программный продукт в исходном варианте не удовлетворял ряду требований СибГМУ. Это потребовало отработки функционала программы с учетом сложившихся традиций формирования документационного обеспечения ОП в СибГМУ. В течение 2021 года данная работа была проведена, при этом в результате реализации проекта автоматизации процессов подготовки документационного обеспечения ОП были выявлены наиболее общие подходы к модернизации и разработке нового функционала продукта «Интеллект Инфо: Образовательные программы». Это позволяет обеспечивать СибГМУ в обозримой перспективе беспрепятственное сопровождение/обновление данной подсистемы.

В ходе проекта внедрения были автоматизированы следующие процессы (настроен и доработан функционал, введены регламенты работы):

- соотнесение ФГОС и профессиональных стандартов, формирование результатов освоения ОП (паспорт компетенций), результатов обучения по дисциплинам;
- распределение компетенций, индикаторов достижения компетенций (ИДК) по дисциплинам, формирование структуры и содержания ОП, описание ОП;
- формирование учебно-методического обеспечения (УМО) (перечни литературы, профессиональных баз данных, ресурсов интернета, договора электронно-библиотечных систем (ЭБС), справка УМО);
- описание материально-технического обеспечения (перечни оборудования, программного обеспечения, мебели, справка МТО);
- формирование рабочих программ дисциплин (РПД), рабочих программ практик (РПП), программ государственной итоговой аттестации (ПГИА) с первоначальным заполнением данных (контроль часов и блоков учебного плана);

- формирование рабочих программ воспитания и календарного плана воспитательной работы;
- рассмотрение и утверждение документов ОП ответственными лицами, распределение прав доступа;
- выгрузка печатных форм РП и сводных данных по ОП в \*.pdf формат и др.

В основе всей автоматизированной технологии лежит процесс формирования структуры ОП на основе профессиональных стандартов и требований ФГОС З++, подразумевающий закрепление компетенций, ИДК за дисциплинами (выше «по дисциплинам») и формирование описания знаний, умений, владений (ЗУВ) по ним. В подсистеме был создан функционал,

<b>МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b> <b>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации</b>			
<b>РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ</b>			
Специальность: 31.05.01 Лечебное дело			
Специализация: Врачебная практика в области лечебного дела			
Формы обучения: Очная			
Квалификация (степень) выпускника: Специалист			
Год набора: 2021			
Срок получения образования: Очная форма обучения – 6 лет			
Образовательная программа 000000001 от 28.04.2021 8:52:31			
Паспорт компетенций ОП 000000001 от 22.03.2021 14:32:16			
ФГОС № 988 от 12.08.2020			
Индекс	Дисциплина	Формируемые компетенции	Подразделение
Б1.В.01	Командообразование и лидерство	УК-3	Кафедра экономики, социологии, политологии и права
Б1.В.02	Управление проектами	УК-1; УК-2	Кафедра экономики, социологии, политологии и права

<b>МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b> <b>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации</b>			
<b>ПРЕДМЕТЫ КОМПЕТЕНЦИЙ</b>			
Специальность: 31.05.01 Лечебное дело			
Специализация: Врачебная практика в области лечебного дела			
Формы обучения: Очная			
Квалификация (степень) выпускника: Специалист			
Год набора: 2021			
Срок получения образования: Очная форма обучения – 6 лет			
Образовательная программа 000000001 от 28.04.2021 8:52:31			
Паспорт компетенций ОП 000000001 от 22.03.2021 14:32:16			
ФГОС № 988 от 12.08.2020			
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий			
Б1.В.02 Управление проектами			
Б1.О.01 Медицинская физика			
Б1.О.04 Математика			
Б1.О.05 Медицинская информатика			
Б1.О.19 Организация здравоохранения и общественное здоровье			
Б1.О.28 Философия			
Б1.О.30 История России, всеобщая история			
Б3.01 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена			
ФТД.03 Методы статистической обработки результатов медицинских исследований			
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла			
Б1.В.02 Управление проектами			
Б3.01 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена			

Рис. 1. Примеры отчетов, раскрывающих содержание ОП

Fig. 1. Examples of reports revealing the EP content

**Фармакология: Рабочая программа дисциплины 000000001 от 04.05.2021 21:12:25**

Выберите форму обучения, выполните тематическое планирование.

Текущая форма обучения:  Очная

Раздел / Тема	Всего	Сем 5 Лек	Сем 5 Пра	Сем 5 Сам	Сем 6 Лек	Сем 6 Пра	Сем 6 Сам
<b>ПО УЧЕБНОМУ ПЛАНУ:</b>	<b>252,000</b>	<b>34,00</b>	<b>51,00</b>	<b>59,00</b>	<b>36,00</b>	<b>54,00</b>	<b>18,00</b>
<b>ИТОГО распределено:</b>	<b>175,000</b>	<b>44,00</b>	<b>81,00</b>	<b>50,00</b>			
<b>Раздел 1 Общая рецептура</b>	<b>17,000</b>		<b>12,00</b>	<b>5,00</b>			
Тема 1.1 Введение в общую рецептуру. Твердые ле...	4,000		3,00	1,00			
Тема 1.2 Жидкие лекарственные формы (растворы, ...	5,000		3,00	2,00			
Тема 1.3 Жидкие лекарственные формы (микстуры, ...	5,000		3,00	2,00			
Тема 1.4 Итоговое занятие по общей рецептуре (ко...	3,000		3,00				
<b>Раздел 2 Общая фармакология</b>	<b>14,000</b>	<b>4,00</b>	<b>6,00</b>	<b>4,00</b>			
Тема 2.1 Общая фармакология (фармакокинетика)	7,000	2,00	3,00	2,00			
Тема 2.2 Общая фармакология (фармакодинамика)	7,000	2,00	3,00	2,00			
<b>Раздел 3 Лекарственные средства, регулирующ...</b>	<b>19,000</b>	<b>6,00</b>	<b>9,00</b>	<b>4,00</b>			
Тема 3.1 Препараты витаминов, лекарственные сре...	7,000	2,00	3,00	2,00			
Тема 3.2 Гормональные и антигормональные средс...	6,000	2,00	3,00	1,00			

Рис. 2. Диалог документа «Рабочая программа дисциплины» (объем в академических часах)

Fig. 2. Dialog of the document "Working program of discipline" (in classroom hours)

позволяющий исключить реализацию этого процесса непосредственно в формах учебного плана, как это распространено на данный момент в вузах. В СибГМУ используется вариант закрепления компетенций, ИДК за дисциплинами в документе «Образовательная программа» для конкретного направления подготовки, профиля и года набора (для всех форм обучения). Для определения ИДК и значений ЗУВ используется в том числе механизм их автоматизированного формирования на основе данных профессиональных стандартов. Разработанные отчеты позволяют проанализировать сформированные данные по связям компетенций, ИДК с дисциплинами ОП. Они раскрывают структуру и содержание ОП в различных аспектах (рис. 1). В частности, имеются отчеты «Распределение компетенций», «Предметы компетенций», «Матрица компетенций», вызываемые из диалога документа «Образовательная программа». Отдельный отчет позволяет раскрывать связи компетенций, ИДК, знаний, умений, владений с конкретными дисциплинами.

В структуре ОП в подсистеме реализуются требования ФГОС З++, профессиональных стандартов и рекомендаций Национального совета при Президенте РФ по профессиональным квалификациям [23, 24]. Доступ к данным в подсистеме основан на разграничении прав. Реализованы вспомогательные и сервисные функции, например, данные существующих рабочих программ могут быть скопированы во вновь создаваемые, возможно групповое создание шаблонов РПД по конкретной ОП с первоначальным заполнением данных и пр.

Одним из ключевых моментов модернизации документов РПД в ходе проекта было повышение удобства и наглядности диалога планирования содержания дисциплины, распределения часов в рамках показа-

телей учебного плана. В результате в форме документа диалог раздела «Объем, содержание дисциплины», позволяющий вести планирование дисциплины в академических часах, приобрел следующий вид (рис. 2).

На основе данного документа можно получить печатные формы самой рабочей программы, аннотаций, оценочных материалов, методических рекомендаций. Единая информационная база РПД дает возможность получать сводные отчеты по ОП, выгружать РПД в отдельные файлы.

Проект автоматизации образовательных программ СибГМУ в основном объеме был реализован в 2020–2021 учебном году, но информационная система в вузе продолжает развиваться.

В ходе эксплуатации системы постоянно продолжают совершенствоваться и расширение функционала, например, в соответствии с актуальными нормативными требованиями в 2022 году реализуется процесс автоматизированной подготовки рабочих программ воспитания и календарного плана воспитательной работы. Диалог документа «Рабочая программа воспитания» представлен на рисунке 3, фрагменты печатных форм приведены на рисунке 4.

#### 4. Итоги проекта автоматизации образовательных программ в СибГМУ

Итогом проекта в СибГМУ является обеспечение автоматизированной работы преподавателей при подготовке описания ОП, РПД для бакалавриата, специалитета и магистратуры, которые составляют порядка 50 % общей численности ППС вуза (около 350 человек из 750 человек общей численности ППС). В подсистеме работают один институт, четыре факультета, 55 кафедр и подразделений, реализующих 12 ежегодно стартующих ОП и актуализирующих

**Рабочая программа воспитания ОП 000000001 от 26.06.2022 16:31:08**

Записать и закрыть | Программа воспитания ОП | Матрица компетенций ВР | Календарный план ОП | Все действия

Общие данные | Описание содержания РПВ ОПОП | Матрица компетенций воспитательной работы ОПОП | Календарный план воспитательной работы ОПОП

Номер: 000000001 от: 26.06.2022 16:31:08 Матрица компетенций воспитательной работы:

Образовательная программа: Образовательная программа 000000003 от 16.05.2022 15:30:59

Год набора: 2022 ФГОС: 971 от: 22.09.2017

Направление (специальность): 34.03.01 34.03.01 Сестринское дело Поколение ФГОС: ФГОС3++ 1.0

Профиль (специализация): Вид образования: Высшее Бакалавр

Выпускающая кафедра: Паспорт компетенций ОП: Паспорт компетенций ОП 000000006 от 12.05.

**Учебные планы:**

N	Форма обучения	Годы обучения
	Учебный план	
1	Очно-зачочная	2022 - 2027
	Учебный план 000004447 от 30.10.2021 17:03:42	

**Профессиональные стандарты:**

Рег. №	№ приказа	Дата приказа
559	109н	09.03.2022
07.003	Специалист по управлению персоналом	

Разработчики:

+ Добавить | Поиск (Ctrl+F) | Все действия

N	Должность	ФИО
1	Старший преподаватель	---

Рис. 3. Диалог документа «Рабочая программа воспитания»

Fig. 3. Dialog of the document "Upbringing working program"

<p>РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ</p>	
<p>Специальность: 30.05.01 Медицинская биохимия</p>	
<p>Специализация: Практическая и теоретическая деятельность в области медицинской биохимии</p>	
<p>Формы обучения: Очная</p>	
<p>Квалификация (степень) выпускника: Специалист</p>	
<p>Год набора: 2022</p>	
Срок получения образования:	Очная форма обучения – 6 лет
<p>Цель воспитания – организация в университете деятельности, направленной на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде.</p>	

Рис. 4. Печатные формы документа «Рабочая программа воспитания»

Fig. 4. Printed forms of the document "Upbringing working program"

данные уже действующих ОП. За 2020/2021 учебный год в подсистеме было подготовлено около 1000 РПД, и в октябре 2021 года вуз успешно прошел аккредитацию, в том числе с использованием данных, сформированных в подсистеме. В результате вуз находится практически в постоянной готовности к проверке/мониторингу ОП в ходе штатного функционирования учебной деятельности.

## 5. Выводы

На наш взгляд, опыт СибГМУ в построении автоматизированных процессов разработки и актуализации ОП ВО является примером эффективного развития ИС вуза и процессов цифровой трансформации образовательной среды. Аналогичные проекты требуют упорядочивания и совершенствования про-

цессов разработки документационного обеспечения ОП ВО, ввода единых регламентов работы в ИС, обучения преподавательского состава, принятия организационных мер.

Таким образом, использование программного продукта «Интеллект Инфо: Образовательные программы. Расширение для 1С:Университет ПРОФ» позволяет автоматизированно создавать объемный пакет документов по ОП ВО. Данная технология регулярно обсуждается с профессиональным сообществом, постоянно развивается, расширяется и совершенствуется ее функционал. Рассматривая перспективы изменения структуры ФГОС при переходе к новому поколению ФГОС 4 [25], можно отметить, что обсуждаемые изменения структуры ФГОС могут быть достаточно просто учтены в рамках программного продукта посредством определенных доработок.

### Список источников / References

1. Усачева О. В., Черняков М. К. Оценка готовности вузов к переходу к цифровой образовательной среде. *Высшее образование в России*. 2020;29(5):53–62. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-5-53-62

[Usacheva O. V., Chernyakov M. K. Assessment of university willingness to the transition to digital educational environment. *Higher Education in Russia*. 2020;29(5):53–62. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-5-53-62]

2. Konobeytsev F. D., Kashtanova E. V., Lobacheva A. S. University information system: Current state and development objectives. *Advances in Economics, Business and Management Research*. 2019;(81):676–679.

3. Бродовская Е. В., Домбровская А. Ю., Петрова Т. Э., Пырма Р. В., Азаров А. А. Цифровая среда ведущих университетов мира и РФ: результаты сравнительного анализа данных сайтов. *Высшее образование в России*. 2019;28(12):9–22. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-12-9-22

[Brodovskaya E. V., Dombrovskaya A. Yu., Petrova T. E., Pyrma R. V., Azarov A. A. Digital space of leading universities: The comparative analysis of sites. *Higher Education in Russia*. 2019;28(12):9–22. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-12-9-22]

4. Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования. *Министерство науки и высшего образования Российской Федерации*. Режим доступа: [https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT\\_ID=36749](https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT_ID=36749)

[Strategy of digital transformation of the branch of science and higher education. *Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation*. (In Russian.) Available at: [https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT\\_ID=36749](https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT_ID=36749)]

5. Носкова А. В., Голоухова Д. В., Проскурина А. С., Нгуен Т. Х. Цифровизация образовательной среды: оценки студентами России и Вьетнама рисков дистанционного обучения. *Высшее образование в России*. 2021;30(1):156–167. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-1-156-167

[Noskova A. V., Goloukhova D. V., Proskurina A. S., Nguyen T. H. Digitalization of the educational environment: Risk assessment of distance education by russian and vietnamese students. *Higher Education in Russia*; 2021;30(1):156–167. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-1-156-167]

6. Правосудов Р. Н., Евсюков Д. Ю., Ломазов В. А., Ботина Е. Н. Автоматизация формирования содержания ОПОП ВО на основе профессиональных стандартов по требованиям ФГОС ВО 3++ как фактор цифровой транс-

формации образовательных систем. *Информатика и образование*. 2021;36(2):24–32. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-2-24-32

[Pravosudov R. N., Evsyukov D. Yu., Lomazov V. A., Botina E. N. Automation of formation of the content of the educational programs of university on the basis of professional standards in accordance with the requirements of the Federal State Educational Standards of Higher Education 3++ as a factor of the digital transformation of educational systems. *Informatics and Education*. 2021;36(2):24–32. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-2-24-32]

7. Сиваков В. В., Соломников А. А., Адамович И. Ю., Строев С. П. Автоматизация ведения учебно-методической документации образовательной организации. *Высшее образование в России*. 2021;30(8-9):34–43. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-8-9-34-43

[Sivakov V. V., Solomnikov A. A., Adamovich I. Yu., Stroyev S. P. Automation of educational institution documentation. *Higher Education in Russia*. 2021;30(8-9):34–43. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-8-9-34-43]

8. Головчин М. А. Институциональные ловушки цифровизации российского высшего образования. *Высшее образование в России*. 2021;30(3):59–75. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-3-59-75

[Golovchin M. A. Institutional traps of digitalization of russian higher education. *Higher Education in Russia*. 2021;30(3):59–75. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-3-59-75]

9. Хохряков Н. В. Внедрение подсистемы разработки образовательных программ конфигурации «1С:Университет». *Новые информационные технологии в образовании*. Сборник научных трудов 20-й международной научно-практической конференции. Ч. 2. М.: 1С-Паблишинг; 2020:136–138. Режим доступа: <https://educonf.1c.ru/conf2020/thesis/6116/>

[Kkhokhryakov N. V. Implementing an educational program development subsystem for 1C:University. *New Information Technologies in Education*. Collection of research papers for the 20th international research-to-practice conference. Part 2. Moscow, 1C-Publishing; 2020:136–138. (In Russian.) Available at: <https://educonf.1c.ru/conf2020/thesis/6116/>]

10. Осипов А. М. Кризис управленческих информационных потоков в образовании: теоретические основания и социальные реалии. *Высшее образование в России*. 2020;29(4):16–28. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-4-16-28

[Osipov A. M. The crisis of managerial information flows in education: Theoretical aspects and social realities. *Higher Education in Russia*. 2020;29(4):16–28. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-4-16-28]

11. Прохоров В. А. Профессиональный стандарт и ФГОС бакалавриата. *Высшее образование в России*. 2018;27(1):31–36. Режим доступа: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1249>

[Prokhorov V. A. Professional standard and Federal State Educational Standard for undergraduate programs. *Higher Education in Russia*. 2018;27(1):31–36. (In Russian.) Available at: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1249>]

12. Балацкий Е. В. Институциональные и технологические ловушки: анализ идей. *Журнал экономической теории*. 2012;(2):48–63.

[Balatsky E. V. Institutional and technological traps: Analysis of the ideas. *Russian Journal of Economic Theory*. 2012; (2):48–63. (In Russian.)]

13. Веретенникова Н. В. Институциональные ловушки российской системы высшего образования. *Вестник Томского государственного университета. Экономика*. 2009;(1(5)):5–13. Режим доступа: [http://journals.tsu.ru/economy/&journal\\_page=archive&id=727&article\\_id=26677](http://journals.tsu.ru/economy/&journal_page=archive&id=727&article_id=26677)

[Veretennikova N. V. Lock-in effect of Russian higher education system. *Journal of Tomsk State University. Economy*. 2009;(1(5)):5–13. (In Russian.) Available at: [http://journals.tsu.ru/economy/&journal\\_page=archive&id=727&article\\_id=26677](http://journals.tsu.ru/economy/&journal_page=archive&id=727&article_id=26677)]

14. Рубин Ю. Б., Соболева Э. Ю. Независимость оценки качества высшего образования: критерии, принципы, реалии. *Высшее образование в России*. 2021;30(3):26–42. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-3-26-42

[Rubin Yu. B., Soboleva E. Yu. Independence of higher education quality assurance: Criteria, principles, realities. *Higher Education in Russia*. 2021;30(3):26–42. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-3-26-42]

15. Guzeva T. A., Baldin A. V., Perepelitsa P. S., Makarova J. B., Tsibizova T. Yu. The formation of educational programs in the digital environment. *ITM Web of Conferences. International Forum "IT-Technologies for Engineering Education: New Trends and Implementing Experience"* (ITEE-2019); 2020. Available at: <https://www.semantic-scholar.org/paper/The-Formation-of-Educational-Programs-in-the-Guzeva-Baldin/f2e4125c4b5024ef3de142255639bc2d75ad79aa>

16. Svoboda P. Digital technology as a significant support for the teaching process. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020;(1018):383–389. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

17. Демин М. В., Шушарина Н. Н. Модель повышения эффективности деятельности административно-управленческого персонала федерального университета. *Высшее образование в России*. 2020;29(11):9–20. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-11-9-20

[Demín M. V., Shusharina N. N. Efficiency improvement model for administrative and management personnel of the federal university. *Higher Education in Russia*. 2020;29(11):9–20. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-11-9-20]

18. Gaidarenko L. V., Isabekova O. A., Kapyrin P. A., Meshkov N. A., Popovich A. E. Innovation development concept of the Russian educational complex in the conditions of information society. *Astra Salvensis*. 2018;(6):723–734. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

19. Larionova A. A., Zaitseva N. A., Anoshina Y. F., Gaidarenko L. V., Ostroukhov V. M. The modern paradigm of transforming the vocational education system. *Astra Salvensis*. 2018;(6):436–448. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

20. Alcibar M. F., Monroy A., Jiménez M. Impact and use of information and communication technologies in higher education. *Informacion Tecnologica*. 2018;29(5):101–110. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

21. Кедрин В. С., Родюков А. В. Ключевые факторы развития информационной системы управления вузом на базе платформы «1С:Предприятие 8». *Информатика и образование*. 2019;34(3):17–26. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-3-17-26

[Kedrin V. S., Rodyukov A. V. Key factors in the development of university management information system based on 1С:Enterprise 8 platform. *Informatics and Education*. 2019;34(3):17–26. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-3-17-26]

22. Шуматов В. Б., Крукович Е. В., Черная И. П., Транковская Л. В., Симуков В. О. Актуальные вопросы и перспективы информатизации управления в медицинском ВУЗе. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2015;(4):79–82.

[Shumatov V. B., Krukovich E. V., Chernaya I. P., Trankovskaya L. V., Simukov V. O. Current issues and perspectives

of e-management in medical university. *Pacific Medical Journal*. 2015;(4):79–82. (In Russian.)]

23. Протокол заседания Национального совета при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям от 29.03.2017 № 18. Режим доступа: <http://nspkrf.ru/documents/materialy-natsionalnogo-soveta/2017/29032017/830-29032017/file.html>

[Minutes of the meeting of the National Council for Professional Qualifications under the President of the Russian Federation No. 18 dated 29.03.2017. (In Russian.) Available at: <http://nspkrf.ru/documents/materialy-natsionalnogo-soveta/2017/29032017/830-29032017/file.html>]

24. Протокол заседания Национального совета при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям от 27.03.2019 № 35. Режим доступа: <http://nspkrf.ru/documents/materialy-natsionalnogo-soveta/2019-1/1723-протокол-заседания-27-03-2019-№-35/file.html>

[Minutes of the meeting of the National Council for Professional Qualifications under the President of the Russian Federation No. 35 dated 27.03.2019. (In Russian.) Available at: <http://nspkrf.ru/documents/materialy-natsionalnogo-soveta/2019-1/1723-протокол-заседания-27-03-2019-№-35/file.html>]

25. Рудской А. И., Боровков А. И., Романов П. И. Концепция ФГОС ВО четвертого поколения для инженерной области образования в контексте выполнения поручений Президента России. *Высшее образование в России*. 2021;30(4):73–85. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-4-73-85

[Rudskoy A. I., Borovkov A. I., Romanov P. I. The concept of the FSES HE of the fourth generation for engineering education in the context of implementing the assignments of the President of Russia. *Higher Education in Russia*. 2021;30(4):73–85. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-4-73-85]

#### Информация об авторах

Мирошниченко Александр Геннадьевич, доктор мед. наук, доцент, проректор по учебной работе, зав. кафедрой фармакологии, Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия; ORCID: <https://doi.org/0000-0003-4035-8341>; e-mail: [miroshnichenko.ag@ssmu.ru](mailto:miroshnichenko.ag@ssmu.ru)

Правосудов Роман Николаевич, канд. физ.-мат. наук, доцент, директор ООО «Интеллект Инфо», г. Саранск, Республика Мордовия, Россия; ORCID: <https://doi.org/0000-0001-8533-8585>; e-mail: [intellektinfo@yandex.ru](mailto:intellektinfo@yandex.ru)

Кузьмин Дмитрий Александрович, начальник отдела сопровождения электронной информационно-образовательной среды, Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия; ORCID: <https://doi.org/0000-0003-2458-4154>; e-mail: [kuzmin.da@ssmu.ru](mailto:kuzmin.da@ssmu.ru)

#### Information about the authors

Alexander G. Miroshnichenko, Doctor of Sciences (Medicine), Docent, Vice-Rector for Academic Affairs, Head of the Department of Pharmacology, Siberian State Medical University, Tomsk, Russia; ORCID: <https://doi.org/0000-0003-4035-8341>; e-mail: [miroshnichenko.ag@ssmu.ru](mailto:miroshnichenko.ag@ssmu.ru)

Roman N. Pravosudov, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Docent, Director of LLC Intellect Info, Saransk, The Republic of Mordovia, Russia; ORCID: <https://doi.org/0000-0001-8533-8585>; e-mail: [intellektinfo@yandex.ru](mailto:intellektinfo@yandex.ru)

Dmitry A. Kuzmin, Head of the Electronic Information and Educational Environment Support Department, Siberian State Medical University, Tomsk, Russia; ORCID: <https://doi.org/0000-0003-2458-4154>; e-mail: [kuzmin.da@ssmu.ru](mailto:kuzmin.da@ssmu.ru)

Поступила в редакцию / Received: 30.06.2022.

Поступила после рецензирования / Revised: 01.08.2022.

Принята к печати / Accepted: 02.08.2022.

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-19-24

## ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СМЕШАННОГО И ГИБРИДНОГО ОБУЧЕНИЯ

И. Ш. Мухаметзянов<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> *Институт стратегии развития образования Российской академии образования, г. Москва, Россия*✉ [ishm@inbox.ru](mailto:ishm@inbox.ru)

### Аннотация

Пандемия COVID-19 изменила мир, и в том числе систему образования, одновременно отойдя от традиционной формы организации и реализации обучения. Существовавшие ранее подходы к дистанционному обучению с применением бумажных учебных ресурсов трансформировались в цифровой формат, что потребовало от всех участников учебной деятельности как соответствующих цифровых компетенций, так и специализированных коммуникационных платформ и библиотек цифровых ресурсов. Обучение впервые велось полностью вне образовательных организаций, что потребовало значительных усилий самих организаций, родителей и учащихся в создании удаленного рабочего места. Впервые произошло расслоение учащихся и педагогических работников по уровню цифровых компетенций и возможности реализации учебной деятельности в удаленном формате. Разделились и учащиеся по возможности организации удаленного рабочего места, адекватного современным требованиям, особенно если в семье несколько разновозрастных учащихся. По завершении пандемии можно отметить, что лишь в дистанционном формате на любом уровне образования обучение невозможно. Это обусловлено отсутствием не только подходов к нормированию и требований к удаленному рабочему месту, но и финансовых источников его создания и функционирования. В этих условиях в образовательных организациях осознали, что образовательная среда не замыкается в их стенах, а в ее основе находятся учащийся и его место обучения, пребывания и проживания. И это требует от современного образования совершенно иных усилий в обеспечении деятельности системы, выхода за рамки системы и ориентации в первую очередь на потребности и возможности конкретного учащегося.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, уровни образования, цифровые компетенции участников учебной деятельности, коммуникационные технологии, образовательное пространство вне образовательной организации.

### Для цитирования:

Мухаметзянов И. Ш. Организационно-управленческие проблемы смешанного и гибридного обучения. *Информатика и образование*. 2022;37(4):19–24. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-19-24

## ORGANIZATIONAL AND MANAGERIAL PROBLEMS OF BLENDED AND HYBRID LEARNING

I. Sh. Mukhametzyanov<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> *Institute for Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education, Moscow, Russia*✉ [ishm@inbox.ru](mailto:ishm@inbox.ru)

### Abstract

The COVID-19 pandemic has changed the world; the educational system has altered too. The pandemic instantaneously transformed the traditional form of organizing and implementing education. The previously existing approaches to distance learning which involved using article-based learning resources have been replaced with a digital format. This shift required all participants involved in learning activity to have both appropriate digital competencies and specialized communication platforms in conjunction with libraries of digital resources. For the first time in history, education was delivered completely outside educational institutions, which required considerable effort on the part of educational organizations, parents, and students themselves to organize a remote workplace. For the first time in history, students and teachers were stratified in terms of their digital competencies levels and the feasibility of carrying out learning activity remotely. At the end of the pandemic, it is obvious that using only distance learning in any educational stage is impossible. This is due to not only a complete absence of approaches to regulation and requirements for a remote workplace, but also a lack of funding sources for its creation and functioning. Under these conditions, educational institutions have realized that the learning environment is not exclusively confined to their walls. Moreover, students and their places of study, stay, and residence are its cornerstones. All these factors require modern education to make fundamentally different efforts to ensure the operation of the system and going beyond its framework. First and foremost, the focus ought to be on a particular student's needs and capabilities.

**Keywords:** distance learning, educational stages, educational activity participants' digital competencies, communications technologies, educational space outside an educational institution.

### For citation:

Mukhametzyanov I. Sh. Organizational and managerial problems of blended and hybrid learning. *Informatics and Education*. 2022;37(4):19–24. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-19-24

## 1. Введение

Первый опыт применения дистанционного обучения (ДО) как единственно возможного формата обучения в сфере профессионального образования получил неоднозначную оценку всех участников этой деятельности [1]. При относительно положительном принятии его учащимися имелся значимый негативный опыт преподавателей. И недостаточный энтузиазм последних в цифровом формате обучения был обусловлен как низким уровнем базовых цифровых компетенций (ЦК), так и сложностями в доведении содержания обучения до учащихся с использованием существующих образовательных платформ и цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) [2, 3]. Да и цифровые методы контроля разрабатывались в совершенно иных условиях, для применения внутри образовательных организаций (ОО), и не предусматривали адекватной защиты дистанционной коммуникации и персональных данных. Возникали и некоторые сложности с идентификацией учащихся, с коммуникацией с ними, особенно при наличии у последних значимых проблем с организацией домашнего цифрового рабочего места. Не все учащиеся смогли его организовать в условиях отсутствия интернета, технических устройств с достаточной диагональю экрана или наличия только мобильного доступа к нему, возросших расходов домохозяйств на оплату электроэнергии, непредоставления дополнительного горячего питания для детей из многодетных семей и иных мер поддержки учащихся, которые сопровождали традиционное очное обучение [4]. Впрочем, аналогичная ситуация возникла и у учителей. При этом в худших условиях оказались именно возрастные учителя, со значимым научным и практическим опытом. Имевшиеся у них ранее компетенции в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) предусматривали, скорее, поиск информации в интернете, ее анализ и представление учащимся в традиционной форме [5]. От них не требовались знания и опыт использования цифровых образовательных и коммуникационных платформ, подготовка цифровых образовательных ресурсов и пр., да и качество их подготовки оставляло желать лучшего. Это явно отразилось в исследованиях сформированности цифровых навыков учащихся. Обнаружился дефицит в ЦК учащихся в части обеспечения информационной безопасности личности и практики решения задач в условиях информационной образовательной среды, а именно: критическое отношение к информации в сети Интернет; подбор интернет-источников под практическую задачу; оценка возможностей цифровых инструментов для решения практических задач [6].

Кроме того, учителя впервые были вынуждены самостоятельно оплачивать расходы на создание рабочего места вне ОО и соответствующие сопутствующие расходы. Фактически они впервые сами оплачивали доступ к профессиональной деятельности. Крайне редки случаи участия ОО именно в этой части

дистанционного обучения, существующие бюджеты не перераспределялись с учетом доминирования распределенных дистанционных рабочих дней и фактически ненормированного труда учителей, как не пересматривались и существующие меры поддержки учащихся. Фактическое исключение внеаудиторных коммуникаций между ними, а также внутри этих социальных групп невозможно компенсировать социальными сетями и zoom-конференциями [7].

## 2. Методы исследования

Для целей данного анализа мы рассмотрели литературу за предшествующий год, отражающую результаты как отдельных, так и национальных исследований, направленных в первую очередь на выявление сложностей в реализации дистанционного обучения (ДО) в системах образования разных стран. В них рассматриваются различные аспекты снижения эффективности ДО и проблемные зоны его организации. Изучение влияния организационно-управленческих условий на качество дистанционного, а позднее и смешанного обучения позволяет наметить национальные программы совершенствования такого формата обучения и приближения его качества к традиционной очной форме обучения. При этом необходимо исходить из понимания того, что сами цифровые технологии без надлежащей организации обучения и подготовки участников этой деятельности не способны повлиять на качество обучения.

## 3. Обсуждение

Образовательное пространство организаций традиционно включало и значимую компоненту из сферы потенциальной деятельности учащихся. Видеолекции могут заменить очный формат коммуникации, даже более того, их использование позволяет снизить затраты на обучение, поскольку в данном случае не нужна аудитория. Но существует и значимая коммуникативная часть в процессе закрепления теоретических положений. И она предусматривает наличие специализированных лабораторий или внешних рабочих мест [8]. Использование виртуальных лабораторий позволяет демонстрировать процесс, но сам учащийся не может участвовать в процессе неких преобразований, получать опыт и навыки в трансформации ресурсов в продукт [9]. Тем самым исключительно дистанционный формат обучения носит, скорее, познавательный, а не образовательный характер [10]. Он может быть применим в крайне редких областях, в основном из сферы гуманитарного образования. Кроме того, такой формат обучения весьма неоднозначно оценивается самими учащимися [11]. По завершении пандемии систему образования ждет, в той или иной степени, сочетание дистанционного и очного обучения в смешанном или гибридном формате. Но возможность применения такого формата зависит от компетенций руководящего состава ОО и педагогов [12].

Смешанное обучение, вероятно, и станет основным форматом обучения в постпандемический период. Оно достаточно благосклонно оценивается учащимися [13]. Но это будет обусловлено в первую очередь экономической образованности. Предлагаются использование дистанционного формата представления теоретического знания и подкрепление его практическим опытом на базе специализированных лабораторных центров, создаваемых как инновационные площадки с опережающей производственной инфраструктурой. Это позволит не только снизить стоимость обучения, но и максимально интегрировать обучение с конкретным производством и готовить кадры к предстоящему технологическому перевооружению производств. Для работодателя в этом случае выгоднее инвестировать в образовательный центр совместно с ОО. И выгода обусловлена не столько возможностью получения специалистов с опережающими компетенциями, сколько возможностью использования центров для реализации внутрифирменного и дополнительного образования своих сотрудников.

Опыт пандемии показал и негативные последствия попытки реализации ДО в синхронном формате. Не всегда это оказывалось реализуемо по указанным уже выше причинам. Кроме того, отсутствие равнозначного уровня цифровых компетенций и стандартизированных характеристик устройств доступа в интернет и его скорости изначально затруднило коммуникации подобного рода. Видеолекции возможно реализовывать в асинхронном формате, как раньше использовались бумажные кейсы, но лабораторные практикумы требуют совместной деятельности [14]. Следовательно, говоря о смешанном обучении, следует иметь в виду асинхронное дистанционное обучение при одновременной очной практической части [15]. Дополнительным фактором в пользу такого формата является акцентуация в условиях смешанного обучения на вопросах информационной безопасности и защиты персональных данных [16]. Практически открытая коммуникация в условиях существующей организации и реализации ДО приводит к несанкционированному доступу к персональной информации для третьих лиц, а также влиянию последних на психическое и социальное благополучие учащихся [17]. Возникает и требование к минимально достаточной пропускной способности доступа в интернет вне ОО. Использование ЦОР с мультимедиакомпонентом возможно только в условиях широкополосного интернета. В рамках традиционных ОО все эти вопросы уже были нормированы, отрегулированы и обеспечены. Затем осуществлялся надзор как государственных органов, так и в рамках профессионального сообщества. В ситуации ДО организация той части образовательного пространства, что располагается вне ОО, никогда и никем не регулировалась и не нормировалась. И если контроль в этой части практически невозможен, то стандартизация и рекомендация не только возможны, но и жизненно необходимы. Перевод на смешанное обучение без

создания соответствующей инфраструктуры просто некорректен [18].

Наиболее рациональным представляется выделение учащимся технических средств доступа в интернет со стандартным набором программ и систем защиты информации и коммуникации самой ОО, как сейчас это происходит с учебниками. Более того, на наш взгляд, и вопросы организации удаленного рабочего места учащегося должны входить в компетенцию ОО, поскольку оно используется при любых форматах обучения, как и вопросы информационной защиты. ЦК участников учебного процесса в этой сфере значимы, но в ситуации смешанного обучения становятся приоритетными [19]. Приоритет таких компетенций потребует и изменения стратегии управления кадрами ОО [20].

Говоря о подобных компетенциях, необходимо исходить из понимания того, что до пандемии они отсутствовали у большинства участников образовательной деятельности [21]. У учащихся это было выражено в меньшей степени, но у них доминировали компетенции, скорее, в цифровой коммуникации в социальных сетях. А это не совсем те компетенции, что являются значимыми именно для цифрового формата обучения. Уровень цифровых компетенций учителей был крайне неоднороден, и программы их подготовки и переподготовки зависели в большей степени от возможностей самой ОО, а не потребностей конкретной организации в реализации учебного процесса. Фактически сами ОО оказались заложниками своих программ подготовки и переподготовки всех участников учебной деятельности в части цифровых компетенций. Хотя надо признать, что не у всех это получилось одинаково хорошо. Доминировали и доминируют именно базовые цифровые компетенции, полученные в формате самообучения, методом проб и ошибок. Одним из приоритетов для ОО в ближайшее время должна стать стандартизация цифровых компетенций базового и профессионального уровней, разработки программ их формирования и контроля [22, 23]. Только после этого можно говорить о соответствии качества смешанного обучения очному формату, поскольку участие учителей и учащихся становится предсказуемым и контролируемым.

Рассматривая специальные ЦК в разработке и внедрении ЦОР, необходимо акцентировать внимание на сопровождении их использования, обновлении их содержания и на вопросах защиты информации и коммуникации. Следует отметить, что подобные компетенции для участников учебной деятельности не являются приоритетными и более значимы для коммерческих разработчиков. При условии участия в этом процессе самих учителей возникает очень много вопросов в части соответствия этих ЦОР существующим стандартам обучения, вопросов их правовой защиты, приоритетов и ряд других.

Достаточная эффективность ДО при его сочетании с традиционным очным обучением и интегрированным в него цифровым компонентом позволяет говорить, по мнению ряда авторов, о формировании

модели гибридного обучения. Но оно более характерно для профессионального и дополнительного образования и основано на нескольких принципиальных положениях. Это сочетание:

- коллективного и индивидуального обучения;
- синхронного и асинхронного обучения;
- самостоятельного и группового обучения;
- формального и неформального обучения с точки зрения его реализации в течение всей жизни [24].

Такой формат позволяет одновременно использовать синхронное и асинхронное обучение в виртуальных классах с учетом личностных особенностей и персонализированной, более гибкой, траектории обучения. Виртуальная компонента такого формата обучения обеспечивается видеокурсами.

#### **4. Стратегическое планирование в образовательной организации в условиях дистанционного и смешанного обучения**

Новые условия деятельности ОО в смешанном обучении обуславливают необходимость некой стратегии адаптации существующей системы воспитания и обучения к применению в дистанционном формате и с использованием ИКТ. Это требует изменения существующих учебных программ с выделением предметных областей, в которых неэффективно дистанционное обучение (с упором на практические навыки, с использованием лабораторий и пр.). Все остальные программы, достаточно эффективно реализуемые в дистанционном формате, также нуждаются в изменении форм представления содержания с акцентом на использование ЦОР и активного применения иммерсивных технологий. Все это требует изменения и инфраструктуры ОО в части ИКТ, и программ подготовки учителей в отношении как базовых цифровых компетенций, так и использования образовательных платформ, ЦОР и иммерсивных технологий [25, 26]. Необходимо и разделение учащихся по уровню мотивации и готовности к образовательной деятельности в дистанционном режиме. При переводе обучения в формат ДО следует предусмотреть технологическую возможность такового по месту жительства учащегося.

Неравный уровень компетенций родителей учащихся в организации и сопровождении обучения в режиме ДО обуславливает необходимость для ОО широкой просветительской деятельности с ними, организации постоянной обратной связи с каждым из родителей конкретного учащегося. Только это позволит оптимизировать вовлеченность родителей в реализацию ДО, что особенно актуально в начальной и средней школе.

Значительная дифференциация учащихся в рамках ДО требует от ОО и развития программ дополнительной поддержки учащихся, некоего аналога внутреннего репетиторства в режиме асинхронной

коммуникации. Только это позволит обеспечить определенные равные образовательные результаты учащихся в режиме ДО.

Развитие гибридного формата обучения обуславливает ряд основных тенденций развития образования в настоящем времени [27]. К ним можно отнести:

- переход от видеоконференцсвязи в рамках существующих образовательных платформ к виртуальным классам (ВК), формируемым из динамически изменяемой аудитории. ВК выходят за рамки видеоконференций, предлагая постоянно действующие удаленные комнаты, инструментарий которых позволяет осознавать и апробировать в виртуальном формате новую информацию;
- гибкость гибридного обучения, которая позволяет реализовывать его в любое удобное для учащегося время в формате обучения по запросу именно тогда, когда ему это доступно;
- широкое использование аналитики «цифровых следов» учащихся по обращаемости к ЦОР, по поиску определенных, возможно, и отсутствующих в настоящее время ЦОР, видеокурсов и лекций.

#### **5. Заключение**

В период пандемии COVID-19 впервые в ситуации изоляции оказалась и система образования. Значимость межличностных коммуникаций в период формирования личности и ее воспитания в соответствии с государственными стандартами сложно переоценить. Одномоментно данная система воспитания и обучения оказалась нарушена. Предстоит еще оценить первые шаги реальной интеграции традиционного обучения и активного использования информационных и коммуникационных технологий, сформировавшихся моделей смешанного и гибридного обучения. Впервые все участники образовательной деятельности — и учителя, и учащиеся, и их родители — оказались в ситуации необходимости одномоментного перехода к новой системе организации и реализации обучения. Впервые образовательная среда перестала рассматриваться как компонента обучения в образовательной организации и начала прежде всего увязываться с самим учащимся и его местонахождением. Вся система воспитания и обучения стала зависеть от компонентов информационной образовательной среды учащегося. В ряде случаев сама коммуникация учителя и ученика представлялась невозможной, поскольку отсутствовала коммуникационная составляющая рабочего места учащегося там, где он проживает. Да и родители учащегося не всегда проявляли компетентность в вопросе сопровождения воспитания и обучения. Тем более что в большинстве случаев работающие родители не могли обеспечить детям сопровождение обучения.

Реализация обучения в дистанционно синхронном формате показала свою жизнеспособность для наиболее мотивированной части участников учебной

деятельности. В условиях общего образования ДО на основе ИКТ оказалось зависимым от неодинаковой мотивации учащихся и родителей, различных уровней их эмоционального интеллекта, заложником необходимости продолжения трудовой деятельности родителей для обеспечения возможности самого ДО. Кроме того, синхронность ДО устранила его основное преимущество — персонализацию в соответствии с реальным темпом обучения конкретного учащегося, что возможно только в условиях асинхронного дистанционного и гибридного обучения.

При всех достоинствах массового использования ИКТ для организации и реализации обучения в формате ДО основным недостатком оказалось отсутствие контакта между учителем и учащимся, который невозможно компенсировать онлайн-коммуникацией.

Эффективность ДО сравнивается с очным форматом обучения, но при этом следует учитывать, что сочетание этих форматов в виде смешанного обучения может показать большую эффективность, однако в настоящее время мы не обладаем соответствующим инструментарием измерений. Участие ОО в формировании рабочих мест учителей и учащихся не только стандартизирует доступ к технологиям обучения, но и обеспечивает защиту коммуникаций. С учетом того, что основной компетенцией в смешанном обучении является базовая цифровая компетенция, то именно ее подтвержденное наличие и должно стать решающим при переводе обучения в смешанный формат. Профессиональная компетенция становится залогом не только эффективной деятельности учителя в формате ДО, но и его интеграции в профессиональную область и профессиональную коммуникацию. Разумеется, что все это представляется невозможным в условиях традиционного бюджетирования деятельности ОО и существующих контактов ее с заказчиками образовательных услуг. Вместе с тем необходимо отметить, что существующий опыт ДО в период пандемии COVID-19 ясно показал всем участникам учебной деятельности преимущества и недостатки, позволил каждому из них оценить собственный потенциал и диапазон необходимых изменений. Очевидно, что возврата к традиционному, исключительно очному формату обучения уже не будет. Осталось только запустить организационно-управленческие изменения.

#### Финансирование

Публикация подготовлена в рамках государственного задания № 073-00058-2204 от 08.04.2022 на 2022 год по теме «Научно-педагогическое обеспечение смешанного обучения в общеобразовательных организациях».

#### Funding

The publication was prepared as part of the state assignment No. 073-00058-2204 dated 08.04.2022 for 2022 on the topic “Scientific and pedagogical support of blended learning in educational organizations”.

#### Список источников / References

1. Kulal A., Nayak A. A study on perception of teachers and students toward online classes in Dakshina Kananda and Udipi District. *Asian Association of Open Uni-*

*versities Journal*. 2020;15(3):285–296. DOI: 10.1108/AAOUJ-07-2020-0047

2. Lemay D. J., Bazalais P., Doleck T. Transition to online learning during the COVID-19 pandemic. *Computers in Human Behavior Reports*. 2021;(4):100130. DOI: 10.1016/j.chbr.2021.100130

3. Maatuk A. M., Elberkawi E. K., Aljawarneh S., Ras-haideh H., Alharbi H. The COVID-19 pandemic and E-learning: Challenges and opportunities from the perspective of students and instructors. *Journal of Computing in Higher Education*. 2021;12(7):1–18. DOI: 10.1007/s12528-021-09274-2

4. Hamouche S. Human resource management and the COVID-19 crisis: Implications, challenges, opportunities, and future organizational directions. *Journal of Management & Organization*. 2021:1–16. DOI: 10.1017/jmo.2021.15

5. Мухаметзянов И. Ш. Формирование здоровьесберегающей информационной образовательной среды в условиях глобальной информатизации. *Казанский педагогический журнал*. 2015;(5-2(112)):239–245.

[Mukhametzhanov I. Sh. Modeling health care information and education environment in terms of global informatization. *Kazan Pedagogical Journal*. 2015;(5-2(112)):239–245. (In Russian.)]

6. Половина И. П., Шестаков А. П., Захарова В. А., Егоров К. Б. Независимая оценка сформированности отдельных цифровых навыков обучающихся общеобразовательных организаций: подходы и результаты. *Информатика и образование*. 2021;36(9):31–39. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-9-31-39

[Polovina I. P., Shestakov A. P., Zakharova V. A., Egorov K. B. Independent assessment of the several digital skills of secondary school students: Approaches and results. *Informatics and Education*. 2021;36(9):31–39. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-9-31-39]

7. Bouchey B., Gratz E., Kurland S. Remote student support during COVID-19: Perspectives of chief online officers in higher education. *Online Learning Journal*. 2021;25(1). DOI: 10.24059/olj.v25i1.2481

8. Gopalan C., Butts-Wilmsmeyer C., Moran V. Virtual flipped teaching during the COVID-19 pandemic. *Advances in Physiology Education*. 2021;45(4):670–678. DOI: 10.1152/advan.00061.2021

9. Radhamani R., Kumar D., Nizar N., Achuthan K., Nair B., Diwakar S. What virtual laboratory usage tells us about laboratory skill education pre- and post-COVID-19: Focus on usage, behavior, intention and adoption. *Education and Information Technologies*. 2021:1–19. DOI: 10.1007/s10639-021-10583-3

10. Barrot J. S., Llenares I. I., Del Rosario L. S. Students' online learning challenges during the pandemic and how they cope with them: The case of the Philippines. *Education and Information Technologies*. 2021;26(6):7321–7338. DOI: 10.1007/s10639-021-10589-x

11. Lidegran I., Hultqvist E., Bertilsson E., Börjesson M. Insecurity, lack of support, and frustration: A sociological analysis of how three groups of students reflect on their distance education during the pandemic in Sweden. *European Journal of Education*. 2021;56(4):550–563. DOI: 10.1111/ejed.12477

12. Иванов М. А., Ершова Н. В. Организационно-педагогическое обеспечение смешанного обучения в условиях пандемии. *Проблемы современного педагогического образования*. 2021;(71-1):140–144.

[Ivanov M. A., Ershova N. V. Organizational and pedagogical support for mixed education in pandemic conditions. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2021;(71-1):140–144. (In Russian.)]

13. Gossenheimer A. N., Bem T., Carneiro M. L., de Castro M. S. Impact of distance education on academic performance in a pharmaceutical care course. *PloS One*. 2017;12(4):e0175117. DOI: 10.1371/journal.pone.0175117

14. *Fabriz S., Mendzheritskaya J., Stehle S.* Impact of synchronous and asynchronous settings of online teaching and learning in higher education on students' learning experience during COVID-19. *Frontiers in Psychology*. 2021;(12):733554. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.733554
15. *Nguyen T., Netto C. L. M., Wilkins J. F., Bröker P., Vargas E. E., Sealfon C. D., Puthipiroj P., Li K. S., Bowler J. E., Hinson H. R., Pujar M., Stein G. M.* Insights into students' experiences and perceptions of remote learning methods: From the COVID-19 pandemic to best practice for the future. *Frontiers in Education*. 2021;(6):647986. DOI: 10.3389/educ.2021.647986
16. *Alshambri H., Allassery F.* Securing fog computing for e-learning system using integration of two encryption algorithms. *Journal of Cyber Security*. 2021;3(3):149–166. DOI: 10.32604/jcs.2021.022112
17. *Mukhametzyanov I.* Social aspects of the COVID-19 pandemic in the education system. *SHS Web Conf*. 2021;(101):03006. DOI: 10.1051/shsconf/202110103006
18. *Брыксина О. Ф.* Управленческие аспекты внедрения смешанного обучения в образовательной организации: основные проблемы и пути их решения. *Самарский научный вестник*. 2021;10(2):228–233. DOI: 10.17816/snv2021102301
- [*Bryksina O. F.* Management aspects of blended learning implementation in an educational organization: The main problems and ways to solve them. *Samara Journal of Science*. 2021;10(2):228–233. DOI: 10.17816/snv2021102301. (In Russian)]
19. *Nambiar D.* The impact of online learning during COVID-19: Students' and teachers' perspective. *The International Journal of Indian Psychology*. 2020;8(2):783–793. DOI: 10.25215/0802.094
20. *Azizi M. R., Atlasi R., Ziapour A., Abbas J., Naemi R.* Innovative human resource management strategies during the COVID-19 pandemic: A systematic narrative review approach. *Heliyon*. 2021;7(6): e07233. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021. e07233.
21. *Ryan B. J., Muehlenbein M. P., Allen J., Been J., Boyd K., Brickhouse M., Brooks B. W., Burchett M., Chambliss C. K., Cook J. D., Ecklund A., Fogleman L., Granick P., Hynes S., Hudson T., Huse M., Lamb M., Lowe T., Marsh J., Nixon N., Brickhouse N.* Sustaining university operations during the COVID-19 pandemic. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 2021:1–9. DOI: 10.1017/dmp.2021.69
22. *Elshami W., Taha M. H., Abuzaid M., Saravanan C., AlKawas S., Abdalla M. E.* Satisfaction with online learning in the new normal: Perspective of students and faculty at medical and health sciences colleges. *Medical Education Online*. 2021;26(1):1920090. DOI: 10.1080/10872981.2021.1920090
23. *Григорьев С. Г., Вострокнутов И. Е., Родионов И. В., Акимова И. В., Воробьев М. В.* Интеграция основного и дополнительного информационно-технологического образования на основе подготовки учащихся в центрах цифрового образования детей. *Информатика и образование*. 2022;37(2):14–23. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-14-23
- [*Grigoriev S. G., Vostroknutov I. E., Rodionov M. A., Akimova I. V., Vorobev M. M.* Integration of basic and additional information technology education based on the training of students in digital education centers for kids. *Informatika and Education*. 2022;37(2):14–23. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-14-23]
24. *Рудинский И. Д., Давыдов А. В.* Гибридные образовательные технологии: анализ возможностей и перспективы применения. *Вестник науки и образования Северо-Запада России*. 2021;7(1):44–52.
- [*Rudinsky I. D., Davydov A. V.* Hybrid educational technologies: Analysis of opportunities and prospects of application. *Journal of Science and Education of North-West Russia*. 2021;7(1):44–52. (In Russian.)]
25. Кабинет информатики: методическое пособие: И. В. Роберт (науч. рук.). 2-е изд., исправл. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2007. 135 с.
- [*Informatics cabinet: A methodological guide: I. Robert (sci. adv.)*. Moscow, BINOM. Laboratory of Knowledge; 2007. 135 p. (In Russian.)]
26. *Мухаметзянов И. Ш.* Медицинские и психологические основания функционирования информационно-образовательного пространства (для педагогических кадров, администрации образовательных учреждений и научных работников). *Казанский педагогический журнал*. 2014;(1(102)):27–43.
- [*Mukhametzyanov I. Sh.* Medical and psychological foundations of the functioning of the information and educational space (for teaching staff, administration of educational institutions and researchers). *Kazan Pedagogical Journal*. 2014;(1(102)):27–43 (In Russian.)]
27. *Mettis K., Völjätaga T.* Designing learning experiences for outdoor hybrid learning spaces. *British Journal of Educational Technology*. 2021;52(1):498–513. DOI: 10.1111/bjet.13034
- Информация об авторе**  
**Мухаметзянов Искандар Шамилович**, доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории теории и методики информатизации образования, Институт стратегии развития образования Российской академии образования, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5008-0721>; *e-mail*: [ishm@inbox.ru](mailto:ishm@inbox.ru)
- Information about the author**  
**Iskandar Sh. Mukhametzyanov**, Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Leading Researcher at the Laboratory of Theory and Methodology of Informatization of Education, Institute of Education Development Strategy of the Russian Academy of Education, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5008-0721>; *e-mail*: [ishm@inbox.ru](mailto:ishm@inbox.ru)
- Поступила в редакцию / Received:** 22.07.2022.  
**Поступила после рецензирования / Revised:** 05.08.2022.  
**Принята к печати / Accepted:** 09.08.2022.

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-25-33

## MATHEMATICS E-LEARNING IN THE CONDITIONS OF BILINGUALITY

Yu. V. Vainshtein<sup>1</sup> ✉, M. V. Noskov<sup>1</sup>, V. A. Shershneva<sup>1</sup>, M. V. Tanzy<sup>2</sup><sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia<sup>2</sup> Tuvan State University, Kyzyl, The Republic of Tuva, Russia

✉ YWeinstein@sfu-kras.ru

### Abstract

The world is going through a period of the rapid development of electronic learning systems. In addition, the creation of a digital educational environment and the formation of scientific ideas about using such systems in the educational process are currently taking place. This is of particular importance when teaching small-numbered indigenous peoples living in bilingual and multilingual regions. The article aims to develop an approach to organizing mathematics e-learning for students in a bilingual environment using mechanisms for adapting educational content to specific linguistic features. The study used scientific literature analysis and empirical methods. We suggest that adaptive e-learning courses be a means of e-learning in mathematics. They enable students to pursue an individual educational route and ensure content adaptation according to students' language and the national peculiarities of their perception of learning materials. The result of the present study is an individual educational route created in an adaptive e-learning course in mathematics in a bilingual environment. In the future, the results of the research can become an element in the methodological system of personalized adaptive learning aimed at the preparation of a university student in a bilingual environment.

**Keywords:** adaptive learning, bilingualism, personalization, math learning.

### For citation:

Vainshtein Yu. V., Noskov M. V., Shershneva V. A., Tanzy M. V. Mathematics e-learning in the conditions of bilinguality. *Informatics and Education*. 2022;37(4):25–33. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-25-33

## ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ В УСЛОВИЯХ БИЛИНГВАЛЬНОСТИ

Ю. В. Вайнштейн<sup>1</sup> ✉, М. В. Носков<sup>1</sup>, В. А. Шершнева<sup>1</sup>, М. В. Танзы<sup>2</sup><sup>1</sup> Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия<sup>2</sup> Тувинский государственный университет, г. Кызыл, Республика Тыва, Россия

✉ YWeinstein@sfu-kras.ru

### Аннотация

Сегодня происходит активное развитие электронных образовательных систем, создание цифровой образовательной среды и становление научных представлений об их использовании в образовательном процессе. Это приобретает особую значимость при обучении малочисленных коренных народов, проживающих в билингвальных и мультилингвальных регионах. Целью статьи является развитие подхода к организации электронного обучения математике студентов в условиях билингвальности с применением механизмов адаптации образовательного контента к языковым особенностям. В исследовании использованы методы анализа научной литературы и эмпирические методы. В качестве средства электронного обучения математике предлагаются адаптивные электронные обучающие курсы, позволяющие студенту двигаться по индивидуальному образовательному маршруту и обеспечивающие адаптацию контента по языковому аспекту и национальным особенностям восприятия обучаемыми учебных материалов. В результате построен индивидуальный образовательный маршрут в адаптивном электронном обучающем курсе по математике в условиях билингвальности. В перспективе результаты работы могут стать звеном методической системы персонализированного адаптивного обучения подготовки студента вуза в условиях билингвальности.

**Ключевые слова:** адаптивное обучение, билингвизм, персонализация, обучение математике.

### Для цитирования:

Вайнштейн Ю. В., Носков М. В., Шершнева В. А., Танзы М. В. Электронное обучение математике в условиях билингвальности. *Информатика и образование*. 2022;37(4):25–33. (На англ.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-25-33

## 1. Introduction

The national policy of the modern state sets the task of accelerating the introduction of digital technologies in all spheres of life, including education. Today there is an active development of electronic educational systems, the development of new adaptive and practice-oriented educational programs, the creation of a digital educational environment and the formation of scientific ideas about their use in the educational process. The introduction of digital technologies of big data processing and intelligent information technologies into education is one of the most significant processes defining the era of digitalization.

Currently, it can be seen that traditional educational technologies are being replaced by electronic technologies, the peculiarity of which is the focus on achieving personal educational results, taking into account the individual characteristics of students and monitoring their own progress. This opens up new opportunities for students, including when teaching small indigenous peoples living in bilingual and multilingual regions of the country. It should be noted that their educational process directly depends on the level of knowledge of the language in which the training is conducted. This situation is quite common not only in Russia (Tuva, Yakutia, Chuvashia, etc.), but also abroad (USA, Canada, etc.). For the full inclusion of such students in training, it is important to provide equal educational opportunities, providing along with the formation of subject competencies, the formation of foreign language competence (knowledge of the language in which the training is conducted) with the preservation of the national language. In our case, it is the organization of e-learning in the conditions of national-Russian bilingualism.

Based on the analysis of research in the field of e-learning using modern digital and pedagogical technologies, we will highlight the following areas: conceptual foundations of digital transformation of education and the introduction of digital technologies [1, 2]; approaches, methods and algorithms for personalization of education [3–5]; programmable and adaptive learning [6–10]; development of e-learning courses and resources [11, 12]; construction of individual educational routes taking into account cognitive and personal characteristics [13–15]; formation of the “digital double” of the learner and prediction of the behavior of the learner [16, 17]; development of algorithms for the implementation of innovative educational strategies and adaptation mechanisms in learning systems and environments [17–20]; development of electronic bilingual environment [21–23]. These studies have made a serious contribution to the development of e-learning, which, of course, has increased its potential. At the same time, it should be noted that the directions mainly develop separately and are poorly integrated with each other. The situation of a total transition to online education that has arisen in connection with the spread of a new

coronavirus infection has stimulated the need for the development of methods of electronic subject learning. This actualizes the problem of developing complex innovative pedagogical and technological solutions that provide training in an electronic information and educational environment.

It is necessary to develop and implement such educational approaches, which, along with the pragmatic nature of the focus of e-learning on the formation of subject educational results and professional competencies, will be aimed at the development and self-development of the individual, including work with physical and psychophysical qualities. It is important to lay down such forms and methods of project and team work in an electronic environment that will allow developing organizational competencies. The development and integration of e-learning implementation models will radically restructure the educational process in accordance with the characteristics of a new generation of students brought up on the Internet and new forms of social communication.

It can be stated that adaptive learning is singled out by many researchers as a promising e-learning technology. Its main purpose is the organization of the educational process in an electronic environment, which ensures the variability of educational content taking into account the individual characteristics of the student [22].

At the same time, the use of adaptive learning for students in the educational process is accompanied by the construction of individual educational routes for them to master the discipline based on a wide range of individual characteristics, including cognitive and personal characteristics of students. The list of individual characteristics of students is very wide and may include levels of educational results, motivation, reflection, activity, styles of perception of educational content, etc. It should be noted that the choice of the characteristics to be taken into account is determined by the teaching methodology, and can also be dictated by the specifics of the subject area of the discipline, the field of professional activity and is associated with regional peculiarities.

In the educational process of the university, the study of mathematics plays a system-forming and key role, developing cognitive abilities, logical, analytical and creative thinking of students, which contributes to their further productive learning. Teaching mathematics is carried out in the initial courses of study and is the foundation for the preparation of a student of any educational direction in the higher education system.

The purpose of this work is to develop an approach to the organization of e-learning of mathematics for students in conditions of bilingualism with the use of mechanisms for adapting educational content to language features. As a means of e-learning mathematics, it is proposed to use adaptive e-learning courses that allow the student to move

along an individual educational route that provides personalization of the educational process.

## 2. Materials and methods

When forming the conceptual and terminological field of e-learning in mathematics in the conditions of bilingualism and identifying the features of its provision in the conditions of intensive development of digital technologies in the world and Russian educational system, the method of comparative analysis of psychological, pedagogical, scientific and methodological literature on the research problem was used.

Content analysis of the concepts of “e-learning”, “adaptive learning”, “individual educational route”, “bilingualism” and analysis of scientific literature reflecting the didactic potential of the electronic information and educational environment of the university allowed us to determine the possibilities of developing methods for constructing individual educational routes in adaptive e-learning courses and to determine the means of their technical implementation in LMS Moodle. As a pedagogical basis for the construction of adaptive e-learning courses in an electronic environment, a multi-paradigm approach is used, which is an open, consistent cluster of approaches to learning.

Empirical methods (questionnaires, testing, observation of students) were used to obtain feedback on the educational results being formed. These methods made it possible to obtain information about real changes in the educational results of e-learning mathematics in conditions of bilingualism, involvement in the educational process and activation of students’ activities in an electronic environment.

Within the framework of the agreement on network cooperation between the Institute of Space and Information Technologies of the Siberian Federal University and Tuvan State University of the Russian Federation, 104 bachelors of the first and the second year of the Faculty of Physics and Mathematics of Tuvan State University were involved in testing the hypothesis of the study: experimental (53 students) and control (51 students) groups. The experiment was carried out when teaching mathematical disciplines in 2019–2021. To process the results and evaluate the effectiveness of the implementation of the developed adaptive e-learning course in the educational process, a comparison of educational results in the control and experimental groups at the beginning and end of the discipline study using the Student’s *t*-test was carried out.

## 3. The structure of the adaptive e-learning course in conditions of bilingualism

This section may be divided by subheadings. It should provide a concise and precise description of the experimental results, their interpretation, as well as

the experimental conclusions that can be drawn. The Republic of Tuva is somewhat isolated from the rest of Russia and has a special national culture [24]. In the republic, the percentage of the population for whom the Tuvan language is their native language is significantly higher than in other national entities. This leads to the fact that many applicants speak Russian only at the level of understanding everyday issues. In some areas of Tuva, the Russian language is studied in conditions of almost complete isolation from the language and culture and the level of its knowledge (especially in remote areas) is determined only by contact with the teacher and the school. This leads to the emergence of language conservation and creates a special problem in the organization of training, when along with the formation of subject competencies, it is necessary to form Russian-language competence, since education is conducted in Russian at the university [23].

The authors propose to organize mathematics education in the conditions of Russian-Tuvan bilingualism with the use of adaptive e-learning courses. It is important to take into account the degree of proficiency in the Russian language of the student and to provide the joint formation of both mathematical and Russian-speaking competence in the process of creating the courses. At the same time, one of the educational tasks is to master the teaching materials and pass the certification in the discipline entirely in Russian.

Consider the construction of adaptive e-learning courses (AELC). As a software environment for their implementation, the authors selected the LMS Moodle distance learning system, which has the functionality of implementing educational content mechanisms through the accessibility settings of educational course elements. This is due to the fact that the construction of e-learning systems in higher education in Russia is carried out mainly on the basis of learning Management Systems (Learning Management System — LMS), including Blackboard and Moodle, which accumulate a large amount of data related to the educational activities of students. The development of approaches and technological solutions to the creation of adaptive e-learning courses and resources in LMS, the functionality of which includes personalization, analytics, consulting and evaluation of training based on available data sets, is becoming relevant. Note, however, that the organization of adaptive learning in LMS is a difficult pedagogical and instrumental-technical task. This is due to the fact that the methodology of using adaptive e-learning courses that provide students with an individual educational environment, the theoretical and practical material of which is focused on their individual characteristics, has not yet been sufficiently developed.

Adaptive e-learning courses are being created at the Institute of Space and Information Technologies of the Siberian Federal University of the Russian Federation, the adaptation of educational content in which is carried out depending on the level of assimilation of educational

material or the individual style of the student [13]. The adaptive e-learning course of the discipline is proposed to be understood as an educational resource presented in electronic and digital form, which includes a structure and subject content that allows for flexible adaptation for students depending on their individual characteristics.

When building AELC in LMS Moodle, it is proposed to represent it with a set of models: a model for the presentation of educational content, a user model, a model for the adaptation of educational content and a model of a competence framework (evaluation of learning outcomes) (fig. 1).

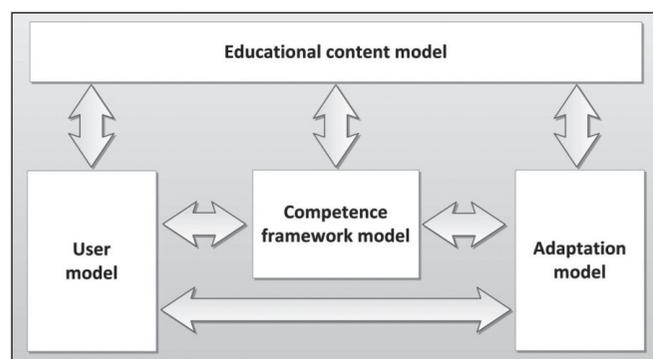


Fig. 1. The structure of the adaptive e-learning course

Let's take a closer look at the content of the models. In the model of presentation of educational content, it is proposed to use an approach based on the integration of logical-epistemological methods of the ratio of the volume and content of concepts by E. K. Voishvillo with the methods of taxonomic hierarchy based on the theory of graphs and hypergraphs [25]. All concepts of the course are arranged in the form of a hierarchical structure — a tree of concepts or a set of concept trees. The concept tree is used as a basis for allocating minimal portions of theoretical material — terms. By the term we mean a sequence of semantic facts and procedural rules having semantic completeness. That is, each term represents some fragment of the tree of discipline concepts. The criteria for including concepts in it are:

- volume restriction — each term contains no more than five concepts; if the concept is information-rich, it can be allocated to a separate term;
- completeness — when forming a term, the approach of embedding small structural units into large ones is implemented;
- verifiability — all concepts of the term allow the possibility of checking their assimilation.

Determining the sequence of studying terms allows you to correlate the concepts included in the term with their place in the overall structure of the discipline and contributes to the formation of its holistic perception.

Personalized educational content and control and measuring materials are generated for each term. The presentation of such content is carried out on the basis of hybridization of heterogeneous forms of digital storytelling: multimedia longreads, podcasts,

as well as complexes of educational step-by-step digital simulators. That is, as a result, the educational content of the adaptive course is a set of semantically related educational objects. This allows you to formalize the educational material and build logically justified sequences of its study, which is especially important when studying mathematical disciplines.

At the same time, the educational content focuses on the individual characteristics of students presented in the AELC user model, based on the development of approaches to building a trainee model in automated training systems. Its main purpose is the dynamic adjustment of parameters for the implementation of adaptive learning management in an electronic environment.

The range of adaptation parameters can be different depending on the discipline, on the goals of the educational process. All parameters of the user model are proposed to be divided into two groups: parameters designed to control the student's activity in an electronic environment, and parameters used in the adaptation of educational content. The first group of parameters includes the results of monitoring the student's learning process: his current position in the course; the time spent on studying each term and completing tasks; the number of effective logins to the system.

Based on the experience gained by the authors in the development and implementation of adaptive e-learning courses, the second group of parameters includes the language characteristics of the trainees, the learning style (individual characteristics of the perception of information of students), the level of motivation and the results of mastering each term. Various combinations of adaptation parameters were used in the process of testing AELC, which imposes certain conditions on the development of educational content: features and form of presentation of educational objects.

When teaching foreign students or students of small-numbered peoples of Russia in the conditions of bilingualism, the adaptation of content according to the linguistic aspect and national characteristics of the perception of educational materials by students becomes relevant. Interesting results were obtained when constructing the educational process using AELC for students of the Republic of Tuva with different levels of parallel proficiency in their native Tuvan and Russian languages. When developing educational content, the methodological technique "Variation of language communication techniques" was used, which is aimed at using two parallel working languages — Tuvan and Russian to create the best learning conditions for students in terms of accessibility and perception of the studied material [23]. Language adaptation can be applied to other indigenous peoples of Russia.

It is known that the perception of educational material is based on the perceptual modality, that is, the dominant channel of perception and processing of information: auditory, visual, kinesthetic or digital. The dominant channel of information perception is

unstable and can change during a person's life, but when considering it in such a short time interval as the study of a discipline, it can be considered a constant. In accordance with the type of perception identified in the learner, the appropriate training material is recommended in the AELC. For example, for auditory — the sound form of representation, visual — graphic-presentation, and for kinesthetic — spatial-dynamic. But at the same time, the possibilities of independent choice of content are open for the student. This approach makes it possible to choose the form of presentation of terms in order to facilitate the process of mastering the discipline material.

The level of motivation is determined on the basis of a questionnaire designed to measure the severity and type of motivation for learning activities, developed by T. O. Gordeeva, O. A. Sychev and E. N. Osin. Modification of the questionnaires in terms of instructions and questions was carried out regarding the context of teaching mathematics in an electronic environment. The control of the level of motivation of students when studying at the AELC is due to the problems associated with the difficulties of involving and retaining students in an electronic environment. For this purpose, the educational content of the AELC is accompanied by a developed gamification system, which acts as an effective means of increasing motivation and involving students in the educational process.

As the main parameter of the adaptation of educational content to the individual characteristics of the student, it is proposed to use the level of assimilation of the current material. In the case of unsatisfactory results of assimilation of each studied term, the material is automatically offered in a more accessible form of presentation, for example, using other examples and the level of detail.

The model of adaptation of educational content includes an algorithm for implementing an educational strategy that provides automatic navigation of the educational process in AELC by integrating and developing adaptive management methods, as well as algorithms and methods for constructing individual educational routes that take into account the individual characteristics of participants in the educational process in AELC. Each element of the educational content (thematic material, test, task, simulator) has certain settings due to the capabilities of the learning management system.

The adaptive electronic educational course implements two types of adaptation: current and evaluative-corrective. In the process of current adaptation, an individual educational route is automatically implemented for each student and a personal space of educational materials is formed, filled with content focused on the individual characteristics of the student and “adjusting” to his level of assimilation. Evaluative-corrective adaptation is aimed at evaluating and correcting the normative values of the parameters in the user's model, determined on the basis of expert evaluation.

The model of the competence framework (assessment of learning outcomes) in AELC is based on a modern approach of determining educational outcomes in the context of digital transformation of education, on methods of system analysis, multidimensional data analysis, expert assessments and pedagogical methods of assessing knowledge, skills, abilities and competencies in higher education.

At the same time, it is worth emphasizing that the advantages of organizing training with the use of AELC, along with the formation of subject educational results, would like to include the possibility of constant monitoring and implementation of feedback mechanisms, accessible and prompt communication of participants in the educational process (students and teachers), the formation and development of skills of independent and collective work, increased motivation and involvement of students in the educational process. We believe that the adaptive e-learning course has a good potential for adapting the educational environment to the individual characteristics of students and organizing subject-based learning in the electronic information and educational environment of the university.

#### 4. Results

When designing an adaptive training course in higher mathematics, educational content is a set of terms — microportions of educational material presented in several editions of the presentation, differing from each other in the degree of use of the Russian language. Edition of the educational material, designed for students with a low level of knowledge of the Russian language, is formed in parallel in Tuvan and Russian languages. This creates opportunities for students to adapt to learning in new conditions. The following edition of the material is designed for students with an average knowledge of the Russian language, i. e. Russian is spoken at the everyday level and contains statements and definitions in Russian and is accompanied by a translation into Tuvan, including a glossary of mathematical terms. The number of Russian-language fragments of each term increases from edition to edition and reaches a completely Russian-language version.

When structuring the subject area of mathematical disciplines with a volume of 30 credits (1080 hours), 168 terms of the AELC educational content were formed in three editions of the presentation, and 276 terms were included in the glossary of the subject area.

Let's consider the representation of the educational content of the term “Matrix”. For example, in the Russian version, the concept of a matrix is presented as follows.

A matrix is a rectangular table of any elements (numbers, letters, other objects), which consists of  $m$  rows and  $n$  columns.

For students who do not speak Russian, the concept is presented in Tuvan.

## Fragment of the Russian-Tuvan glossary AELC

The concept in Russian	The concept in the Tuvan language
<b>A system of equations</b> is a set of equations with unknowns, for which it is required to find the values of unknowns that satisfy all the equations simultaneously.	<b>Деңнелгелер системазы</b> — дээрге чаңгыс угда шупту деңнелгелерни хандырып турар билдинместерниң ужур-утказын тыварын негеп турар билдинбестерлиг деңнелгелерниң ниитизи.
<b>A matrix</b> is a rectangular table of any elements (numbers, letters, other objects), which consists of m rows and n columns.	<b>Матрица</b> — дээрге кандыг бир чуулдерниң (саннар, ужуктер болгаш оон даа оске) доора болгаш узун дургаар одуруглардан тургустунган тодаргай таблица.
<b>The determinant</b> is a numerical characteristic of a square matrix.	<b>Определитель</b> — дээрге ийги чаданың матрицазының саннар шынары.
<b>The determinant of the 2nd order</b> is a number equal to the difference between the products of the elements standing on the main diagonal and the products of the elements standing on the side diagonal.	<b>Ийи дугаар порядоктуң определители</b> дээрге кол диагональдың кежигуннериниң ководээшкининден болгаш побочный диагональдың кежигуннериниң ководээшкинин казып каан саны.
<b>The rank of the matrix</b> is equal to the number of non-zero rows after reducing the matrix to a stepwise form using elementary transformations over the rows and columns of the matrix.	<b>Матрицанын рангызы</b> дээрге доора болгаш узун дургаар одуругларның бодуунчуткен оскерлиешкиннер соонда чадаланчак хевиринге киирген, тикке ден эвес доора одуругларның санны.
<b>Vector</b> — a directional segment indicating the beginning and end.	<b>Вектор</b> — дээрге эгезин болгаш тончузун айтыпкаан угланьышкынның кезиндек.
<b>Function</b> — if each value of $x$ is assigned one specific value of $y$ according to some rule or law, then it is said that $y$ is an unambiguous function of $x$ and is denoted by $y = f(x)$ .	<b>Функция</b> — дээрге кандыгла бир $x$ бурузунге бир ле дурум езугаар чаңгыс $y$ тодаратынып турар болза, ону $y$ -тин чаңгыс уткалыг $x$ -тен функциязы дээр, ынчангаш ону бижири $y = f(x)$ .
<b>The derivative of the function <math>f(x)</math></b> at a point is called the limit of the ratio of the increment of the function to the increment of the argument when. Denoted by $f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$	<b><math>f(x)</math> деп функциянын <math>x</math>, точкада производнаязы</b> дээрге функция приращениезиниң аргументи приращениезинге хамаарылгазынын предели. Бижири: $f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$

*Матрица* — дээрге кандыг бир чуулдерниң (саннар, ужуктер болгаш оон даа оске) доора болгаш узун дургаар одуруглардан тургустунган тодаргай таблица.

For students who have a poor command of the Russian language, the material contains statements and definitions in Russian, but is accompanied by a Russian-Tuvan glossary of mathematical terms, a fragment of which is presented in Table.

The educational content of the AELC also contains mathematical objects that have an applied meaning and have a national, ethnic flavor. For example, when studying analytical geometry, we include in the AELC educational material related to the consideration as a mathematical model of the Tuvan yurt — a traditional dwelling in the conditions of nomadic life [26]. At the same time, the yurt presented in the exposition of the National Museum of the Republic of Tuva acts as a real ethnic source of research, which is a visual example of the formation of spatial thinking, motivation for learning, and also vividly demonstrates the natural beauty of geometry, Figure 2.

The AELC provides automated navigation between the editions of the material not only at the level of understanding of the Russian language, but also on

the basis of the level of assimilation of the educational material. Students are offered a revision of the educational material for study. Then an automated check of its assimilation is carried out and, depending on the results obtained, if problems are identified:

- with the assimilation of educational material that are of a linguistic nature, an edition of the educational material is automatically proposed with an increase in the volume of material in the Tuvan language and corresponding to its current level of proficiency in Russian;
- related to the lack of understanding of the material in the AELC, consulting assistance is provided, in the form of suggestive automatic prompts and explanatory examples on the training material, implemented through test simulators.

Adaptation mechanisms are implemented in the AELC by designing a database of rules for the selection of educational content and linking them to the relevant elements of the AELC, the access of trainees to which carries out their activation under specified conditions.

For example, a rule that automatically presents the term of educational content in a different version of the presentation, provided that the student has mastered



Fig. 2. Fragment of an adaptive e-learning course

the educational material and has shown a high level of proficiency in Russian, is set as follows:

```

IF
  [Parameter "Proficiency in Russian" := "High"
  AND
  Parameter "Level of assimilation of term I" :
  = "High" (from 78% and above)]
THEN
  [Parameter "Availability of term i+1" := TRUE
  AND
  Parameter "Revision" := "Revision With"
  AND
  Parameter "Detail" := "Basic"].
  
```

Each term also includes elements of an adaptive e-learning course, such as simulator tasks that provide step-by-step solution of complex multi-step tasks and individual project tasks with mutual peer review of works.

The proposed approach has been tested in the educational process of bachelors of Tuvan State University.

The empirical basis of the study was the educational results and the results of a survey of bachelors of the Faculty of Physics and Mathematics of Tuvan State University of experimental and control groups who studied mathematical disciplines using an adaptive e-learning course that forms individual educational routes and without it.

The survey of the experimental group demonstrated a positive reaction of students to the introduction of AELC in the study of mathematical disciplines. For example, when assessing the adaptability of the AELC educational content, 50,9 % of respondents noted the option "high level of adaptability", 32.1 % considered "the level of adaptability rather high", 17 % considered the level of adaptability average, the options "low" or "rather low" students did not choose. 71.7 % of students

noted an increase in motivation to study the discipline in an adaptive electronic educational course, 24.5 % found it difficult to answer this question and only 3.8 % found the proposed approach rather uninteresting, no one spoke out for the complete lack of interest in adapting mathematical content. 84.9 % of students noted that studying the discipline in AELC contributes to a better assimilation of mathematics compared to traditional teaching, 1.9 % noted the insignificance of the proposed approach and 13.2 % found it difficult to answer this question.

To assess the effectiveness of the introduction of the developed adaptive e-learning course into the educational process, a comparison of educational results in the control (CG) and experimental group (EG) at the beginning and end of the study of the discipline using the Student's t-test was carried out. The null hypothesis that was tested was that the study groups do not differ in educational results regardless of the approach used in teaching. The experimental hypothesis was that EG students have higher educational results, that is, the differences between the results of the groups are statistically significant. At the beginning of the experiment, there were no statistically significant differences in the groups, since  $t_{emp} = 0.8$  is less than  $t_{cr} = 2.61$  at a significance level of 0.01. At the end of the experimental work, we obtained  $t_{emp} = 3.1$ . Since  $t_{emp} > t_{cr}$ , the experimental hypothesis is accepted with a 99 % probability that the compared groups differ significantly with higher educational results of the experimental group.

The dynamics of the formation of mathematical and Russian-speaking competence in the control and experimental groups when teaching mathematics is shown in Figure 3. The assessment of the level of competence formation of each student was carried

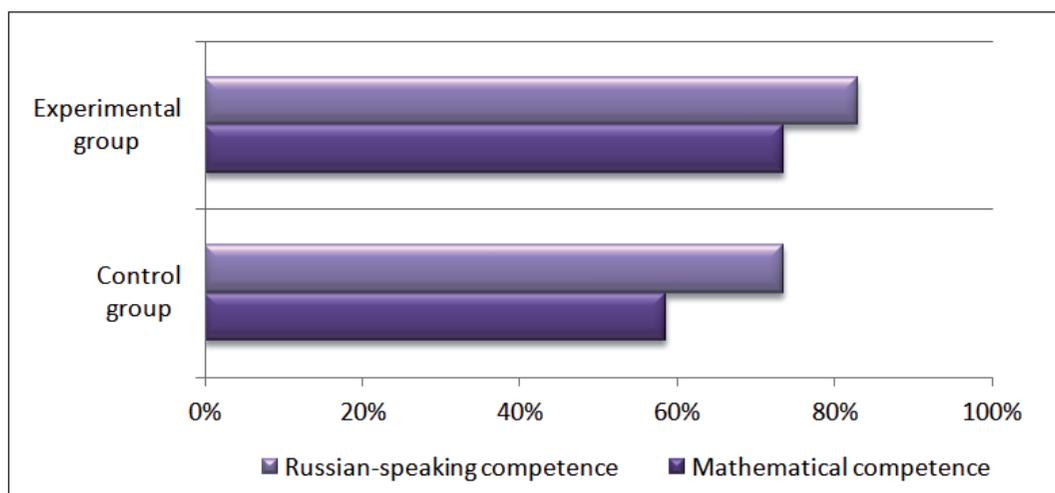


Fig. 3. The dynamics of the formation of mathematical and Russian-speaking competence

out on a 100-point scale. The histogram shows the average values of the formation of each competence in the control and experimental groups at the end of the experiment, translated into percentage components.

The use of adaptive e-learning courses in the educational process, which ensure the adaptation of educational content when teaching mathematics in the conditions of Russian-Tuvan bilingualism, allowed the formation of Russian-speaking competence along with mathematical competence. In the future, it is planned to optimize the adaptation mechanisms of the AELC by including in the database of rules for the selection of content the conditions for taking into account the activity of students in the electronic information and educational environment.

## 5. Conclusions

Authors should discuss the results and how they can be interpreted from the perspective of previous studies and of the working hypotheses. The findings and their implications should be discussed in the broadest context possible. Future research directions may also be highlighted.

A feature of the presented work is the construction of an individual educational route in an adaptive e-learning course in mathematics in the conditions of bilingualism. The experimental results obtained in the work can be interpreted as confirming the effectiveness of teaching using an adaptive e-learning course that forms individual educational routes and an individual space of teaching materials of mathematical disciplines for students of the Republic of Tuva.

We see further development of adaptive learning in an electronic environment in the design and construction of educational process management models that ensure the intensification of educational processes in an electronic environment in the context of the implementation of various forms of e-learning and distance learning technologies (blended learning, web-enabled learning, training in mass open online courses,

etc.). The approach proposed in the article is significant for the development of educational approaches in the conditions of the epidemiological situation caused by the pandemic and the total transition to the use of exclusively e-learning, and can also contribute to the creation of a scientific base for further research in the field of digitalization of education. And there is no doubt that the results of the work can become a link in the methodological system of personalized adaptive training of a university student in conditions of bilingualism.

## References

1. Uvarov A. Yu., Dvoreckaya I. V., Frumin I. D., Gejbl E., Karlov I. A., Merzalova T. A., Sergomanov P. A., Zaslavsky I. M. Difficulties and prospects of digital transformation of education. Moscow, NIU VShE; 2019. (In Russian.) DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5
2. Elliott S. W. Computers and the future of skill demand. Paris, OECD Publishing, France; 2017.
3. Andryushkova O., Grigoriev S. The influence online learning quality criteria selection on negentropy. *IEELM-DTE 2020 — Proceedings of the 4th International Conference on Informatization of Education and E-Learning Methodology: Digital Technologies in Education*. Krasnoyarsk; 2020;(2770):127–139.
4. Peng H., Ma S., Spector J. M. Personalized adaptive learning: An emerging pedagogical approach enabled by a smart learning environment. *Smart Learning Environments*. 2019;6(9). DOI: 10.1186/s40561-019-0089-y
5. Fisher J., White J. Takeaways from the 2017 blended and personalized learning conference. Available at: <https://www.gettingsmart.com/2017/10/17/takeaways-from-the-2017-blended-and-personalized-learning-conference/>
6. Komleva N.V., Vilyavin D.A. Digital platform for creating personalized adaptive online courses. *Open Education*. 2020;24(2):65–72. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-2-65-72
7. Skinner B.F. Teaching machines. *Science*. 1958;(128(3330)):969–977. DOI: 10.1126/science.128.3330.969
8. Brusilovsky P. Adaptive and intelligent technologies for web-based education. *Künstliche Intelligenz*. 1999;13(4):19–25. Available at: <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/KI-review.pdf>
9. Rizvi S. et al. Culturally adaptive learning design: A mixed-methods study of cross-cultural learning design preferences in MOOCs. *Open World Learning*. Routledge. 2022:103–115. DOI:10.4324/9781003177098-9

10. *Dolasinski M. J., Reynolds J.* Microlearning: A new learning model. *Journal of Hospitality & Tourism Research*. 2020;44(3):551–561. DOI: 10.1177/1096348020901579

11. *Šimko M., Bielikova M.* Lightweight domain modeling for adaptive web-based educational system. *Journal of Intelligent Information Systems*. 2019;(52):165–190. DOI: 10.1007/s10844-018-0518-3

12. *Bray B., McClaskey K.* Make learning personal: The what, who, WOW, where, and why. Thousand Oaks, California, Corwin Press; 2014.

13. *Tayebinik M., Puteh M.* Blended learning or e-learning? *International Magazine on Advances in Computer Science and Telecommunications*. 2012;3(1):103–110. Available at: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2282881](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2282881)

14. *Vainshtein Yu. V., Shershneva V. A., Esin R. V., Noskov M. V.* Individualisation of education in terms of e-learning: Experience and prospects. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*. 2019;12(9):1753–1770. DOI: 10.17516/1997-1370-0481

15. *Nazarova V. Y., Ostapenko M. S.* Individual educational paths. *E3S Web of Conferences*. 2021;(266(2)):05001. DOI: 10.1051/e3sconf/202126605001

16. *El-Sabagh H. A.* Adaptive e-learning environment based on learning styles and its impact on development students' engagement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2021;18(1):1–24. DOI: 10.1186/s41239-021-00289-4

17. *Ilyin V. D.* The model of the cooperative problem solver based on digital twins. *Systems and Means of Informatics*. 2019;29(2):172–179. DOI: 10.14357/08696527190215

18. *Zaharova I. G.* Machine learning methods of providing informational management support for students' professional development. *Education and Science Journal*. 2018;20(9):91–114. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-9-91-114

19. *Tsibulskii G. M., Vaynshteyn Yu. V., Esin R. V.* Developing adaptive e-learning courses in the LMS Moodle. Krasnoyarsk; 2018.

20. *Dagger D., Wade V., Conlan O.* Personalisation for all: Making adaptive course composition easy. *Educational Technology and Society*. 2005;8(3):9–25. Available at: <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.8.3.9>

21. *Taryma A. K., Shershneva V. A., Vainshtein Y. V.* Development of professional ICT competence for future teachers of the Tuva republic under the conditions of bilingualism. *Perspectives of Science and Education*. 2019;40(4):27–90. DOI: 10.32744/pse.2019.4.7.

22. *Vainshtein J., Noskov M., Shershneva V., Tanzy M.* Adaptation of educational content when learning mathematics in bilingual condition. *IEELM-DTE 2020 — Proceedings of the 4th International Conference on Informatization of Education and E-Learning Methodology: Digital Technologies in Education*. Krasnoyarsk; 2020;(2770):65–71. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2770/paper9.pdf>

23. *Shershneva V., Vainshtein Y., Kochetkova T.* Adaptive system of web-based teaching. *Program Systems: Theory and Applications*. 2018;9(4):179–197. DOI:10.25209/2079-3316-2018-9-4-159-177

24. *Lamajaa Ch. K.* Tuvinology: the new horizons. M., Librocom Publishers; 2013.

25. *Vainshtein J., Esin R., Tsibulsky G.* Constructing domain model based on logical and epistemological analysis.

*IEELM-DTE 2020 — Proceedings of the 4th International Conference on Informatization of Education and E-Learning Methodology: Digital Technologies in Education*. Krasnoyarsk; 2020;(2770):140–146. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2770/paper18.pdf>

26. *Tanzy M. V., Saaya S. K., Shershneva V. A., Vainshtein Y. V., Ondar C. M.* The yurt as a geometric model in teaching mathematics. *The New Research of Tuva*. 2020;(4):80–91. DOI: 10.25178/nit.2020.4.6

#### Information about the authors

**Yulia V. Vainshtein**, Doctor of Sciences (Education), Docent, Professor at the Department of Applied Mathematics and Computer Safety, Institute of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8370-7970>; *e-mail*: [YWeinstein@sfu-kras.ru](mailto:YWeinstein@sfu-kras.ru)

**Mihail V. Noskov**, Doctor of Sciences (Phys.-Math.), Professor, Professor at the Department of Applied Mathematics and Computer Safety, Institute of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8966-3633>; *e-mail*: [mnoskov@sfu-kras.ru](mailto:mnoskov@sfu-kras.ru)

**Victoria A. Shershneva**, Doctor of Sciences (Education), Professor, Professor at the Department of Applied Mathematics and Computer Safety, Institute of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9386-2018>; *e-mail*: [vshershneva@sfu-kras.ru](mailto:vshershneva@sfu-kras.ru)

**Mengy V. Tanzy**, Candidate of Sciences (Education), Docent, Head of the Department of Algebra and Geometry, Tuva State University, Kyzyl, The Republic of Tuva, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5710-0676>; *e-mail*: [tmengi78@mail.ru](mailto:tmengi78@mail.ru)

#### Информация об авторах

**Вайнштейн Юлия Владимировна**, доктор пед. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8370-7970>; *e-mail*: [YWeinstein@sfu-kras.ru](mailto:YWeinstein@sfu-kras.ru)

**Носков Михаил Валериевич**, доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности, 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](mailto:mnoskov@sfu-kras.ru)

**Шершнева Виктория Анатольевна**, доктор пед. наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности, Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9386-2018>; *e-mail*: [vshershneva@sfu-kras.ru](mailto:vshershneva@sfu-kras.ru)

**Танзы Менги Васильевна**, канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой алгебры и геометрии, Тувинский государственный университет, г. Кызыл, Республика Тыва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5710-0676>; *e-mail*: [tmengi78@mail.ru](mailto:tmengi78@mail.ru)

*Поступила в редакцию / Received*: 01.07.2022.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 15.07.2022.

*Принята к печати / Accepted*: 02.08.2022.

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-34-45

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ: ПРАКТИКУМ ПО НАСТРОЙКЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Г. Л. Абдулгалимов<sup>1</sup> ✉, О. А. Косино<sup>1</sup>, К. В. Гоголданова<sup>1</sup><sup>1</sup> *Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия*✉ [agraml@mail.ru](mailto:agraml@mail.ru)

### Аннотация

В статье предложено учебно-методическое обеспечение для будущих учителей информатики и робототехники по настройке и программированию модуля технического зрения TrackingCam. Рассмотрены примеры проектов с модулем технического зрения и Arduino-совместимым микроконтроллером. Описанный в статье дидактический материал по разработке учебно-исследовательских проектов с модулем технического зрения включает две лабораторные работы: первая посвящена настройке модуля технического зрения на выполнение специальных задач по распознаванию конкретных объектов, а вторая — использованию настроек модуля технического зрения для программирования поведения робототехнического самоходного устройства. Предложенный дидактический материал предназначен для организации лабораторных работ по информатике и робототехнике с обучающимися разных возрастных категорий и на разных уровнях образования. Рассмотренные в статье простые примеры могут служить основой для разработки более сложных проектов, включая курсовые и дипломные работы. Предложенные работы состоят из следующих частей: тема; цель; теоретические знания, используемые для решения заданий в текущей работе; порядок выполнения тренировочных заданий; контрольные задания; вопросы для контроля. Таким образом, материал статьи в целом может быть использован для организации практикума по техническому зрению.

**Ключевые слова:** профессиональная подготовка учителя информатики и робототехники, модуль технического зрения, обучение конструированию и программированию, среда разработки Arduino IDE.

### Для цитирования:

Абдулгалимов Г. Л., Косино О. А., Гоголданова К. В. Техническое зрение: практикум по настройке и программированию. *Информатика и образование*. 2022;37(4):34–45. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-34-45

## COMPUTER VISION: A PRACTICUM IN SETTING UP AND PROGRAMMING

G. L. Abdulgalimov<sup>1</sup> ✉, O. A. Kosino<sup>1</sup>, K. V. Gogoldanova<sup>1</sup><sup>1</sup> *Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia*✉ [agraml@mail.ru](mailto:agraml@mail.ru)

### Abstract

The article provides future teachers of informatics and robotics with educational and methodological support for setting up and programming the TrackingCam vision module. The research looked at examples of projects with a computer vision module and an Arduino-compatible microcontroller. The didactic material on developing educational research projects with a vision module described in the article includes two laboratory projects. The first focuses on setting up the vision module to perform special tasks of identifying particular objects. The second project involves using the vision module settings to program the behavior of a self-propelled robotic device. The proposed didactic material is intended for organizing laboratory projects in informatics and robotics for students of different ages and at different levels of education. The simple examples considered in the article can serve as the basis for designing more complex projects, including term articles as well as bachelor and master theses. The proposed projects consist of the following parts: topic; purpose; theoretical knowledge used to complete the tasks in the project in hand; the procedure for performing training tasks; tests; test questions. Thus, the material of the whole article can be used to organize a practicum in computer vision.

**Keywords:** informatics and robotics teacher's professional training, vision module, design and programming training, Arduino integrated development environment (IDE).

### For citation:

Abdulgalimov G. L., Kosino O. A., Gogoldanova K. V. Computer vision: A practicum in setting up and programming. *Informatics and Education*. 2022;37(4):34–45. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-34-45

### 1. Введение

В последнее десятилетие в России образовательная робототехника как учебная дисциплина для школьников и студентов развивается при активной

поддержке государства. С 2008 года функционирует программа «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России», которая посвящена популяризации образовательной робототехники и обеспечению равных возможностей

доступа к оборудованию для школьников из разных регионов. В последние два-три года Правительством и Президентом РФ были утверждены «Стратегическое направление в области цифровой трансформации науки и высшего образования» и «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года», в которых особое внимание уделяется необходимости подготовки детей и молодежи к разработке и внедрению технологических решений на базе искусственного интеллекта (машинное обучение, техническое зрение, интернет вещей и др.) [1–5].

В условиях быстрого развития материально-технического обеспечения курсов робототехники актуальной становится проблема методического обеспечения учебного процесса в соответствии с содержанием курсов, составом робототехнических наборов и возрастной категорией обучающихся. Основное содержание курсов робототехники сводится к конструированию и программированию различных автоматизированных, умных (в том числе самоходных и летательных), электронных и электронно-механических устройств, которые решают прикладные задачи, такие как: включение и выключение конкретного устройства по сигналу от датчика; измерение расстояния до препятствия и своевременная остановка робота; движение робота по линии или по заданному маршруту; сортировка деталей по цвету или по форме; следование за объектом и т. д.

На курсах робототехники используются робототехнические наборы, которые содержат разные составы комплектующих: микроконтроллерный модуль (LEGO EV3, Open CM, Arduino (UNO, MEGA, NANO и др.), Arduino-подобные микроконтроллерные модули («Технолаб», Applied robotics, CM-530, VEX, Robogobo и др.); силовые модули управления отдельными устройствами и двигателями; модули расширения возможностей микроконтроллерной платы; модули беспроводной связи; датчики (движения, расстояния, температуры, влажности, света, газа и др.); светодиодные индикаторы, жидкокристаллические индикаторы; двигатели и приводы (серво-, шаговые и др.); блоки питания; радиодетали и соединительные провода; конструкторские детали и крепежные элементы и др. [6–8].

## 2. Актуальность разработки практикума по настройке и программированию модуля технического зрения

В последние годы робототехнические наборы комплектуются модулями технического зрения (МТЗ), которые используются в ученических и научно-исследовательских проектах. Модуль технического (а также компьютерного или машинного) зрения — аппаратно-программный комплекс, включающий: цифровую камеру, плату управления с процессором и памятью, интерфейсы для связи и передачи дан-

ных, алгоритмы для распознавания объектов и др. МТЗ предназначен для решения таких прикладных задач, как: определение координат и площади объекта в кадре, сортировка объектов по цвету и по форме, движение робота по неразмеченной траектории, поиск и следование за конкретным объектом, игра роботов в футбол и сумо, выполнение логистических операций на складе, автоматизация конвейера сборочного цеха и т. д.

Вопросам разработки средств и методов технического зрения, в том числе более эффективных алгоритмов обработки графических изображений и идентификации объектов, уделяется значительное внимание во многих отечественных (А. В. Бондаренко, Ю. В. Визильтер, С. Ю. Желтов, М. В. Ососков, А. В. Чернявский и др.) и зарубежных (R. Achanta, F. Estrada, D. Forsyth, S. Hemamiz, D. Kriegman, J. Ponce, S. Susstrunk, M. H. Yang и др.) исследованиях и публикациях. Многими учеными (А. Н. Афанасьев, Л. Д. Жимбуева, О. А. Лучанский, М. И. Николаев, О. В. Руденко, М. М. Фролов и др.) исследовались проблемы разработки аппаратного обеспечения прикладных задач технического зрения.

Однако при всем обилии и разнообразии исследований в области технического зрения слабо проработаны методические вопросы обучения таким новым знаниям и отсутствуют дидактические материалы по освоению ряда распространенных сегодня МТЗ. Для обучения школьников и студентов решению типовых и проектно-исследовательских задач с использованием МТЗ требуется апробированное учебно-методическое обеспечение под конкретное аппаратное обеспечение: микроконтроллеры, комплектующие, робототехнические наборы и т. д.

Рассмотрим практикум по настройке и программированию МТЗ TrackingCam от известного российского производителя ООО «Прикладная робототехника». МТЗ TrackingCam в последние годы очень популярен в образовательных организациях и в ресурсных центрах (технопарки, кванториумы и др.), так как входит в комплект многих робототехнических наборов ООО «Прикладная робототехника». Предлагаемый нами практикум апробирован на базе курсов повышения квалификации в педагогическом «Кванториуме» в Академии Минпросвещения России. Практикум включает лабораторные работы для: знакомства с характеристиками МТЗ TrackingCam и установки необходимого программного обеспечения; его настройки на распознавание конкретного объекта (образа); использования МТЗ в робототехнических проектах на базе микроконтроллерной платформы Arduino [9–12].

Практикум состоит из двух лабораторных работ. Представленный дидактический материал также может быть интегрирован в любой другой практикум по робототехнике и информатике. Каждая работа состоит из следующих разделов: «Тема», «Цель», «Оборудование», «Теоретические сведения», «Тренировочные задания», «Контрольные задания», «Вопросы для контроля».

### 3. Настройка модуля технического зрения TrackingCam (лабораторная работа)

*Цель:* ознакомиться с основными элементами и характеристиками МТЗ TrackingCam, установить драйвер и изучить возможности программы распознавания объектов.

*Оборудование:* компьютер с доступом в интернет, модуль технического зрения TrackingCam, кабель USB-miniUSB, предметы для опытов по распознаванию: кубики и шарики разных цветов и размеров — от 5 до 25 см в диагонали.

*Теоретические сведения.* МТЗ TrackingCam состоит из аппаратного и программного обеспечения. Аппаратная часть — это цифровая камера с платой управления (рис. 1, а).

На плате управления (рис. 1, б) расположены: 1 — микропроцессор; 2 — кнопка для перезагрузки модуля; 3 — разъем USB для подключения к компьютеру; 4 — разъемы для подключения Dynamixel — совместимых устройств от Robotis; 5 — разъем для подключения к внешним устройствам по интерфейсам: UART, I2C и SPI. На лицевой стороне рядом с камерой расположен светодиод для индикации состояния модуля.

Модуль имеет следующие технические характеристики: 1) разрешение матрицы камеры — 640×480 точек; 2) частота кадров — 30 кадр/мин; 3) память — 168 Кбайт (ОЗУ) и 512 Кбайт (Флеш); 4) угол обзора камеры — 75°; 5) глубина цвета — 8 бит; 6) количество одновременно распознаваемых одинаковых объектов — 255; 7) количество запоминаемых различных образов — до десяти одноцветных и до пяти составных разноцветных; 8) количество цветных областей в составном объекте — от одного до трех; 9) настраиваемые признаки распознаваемых объектов: «Яркость», «Цвет», «Площадь», «Округлость», «Выпуклость», «Вытянутость»,

«Координаты», «Ширина» и «Высота»; 10) габариты модуля — 3,8×3,8×3,2 см.

Программное обеспечение для работы с МТЗ TrackingCam состоит из драйвера и программы для настройки распознавания конкретных объектов. Программное обеспечение распространяется свободно на сайте ООО «Прикладная робототехника» [appliedrobotics.ru](http://appliedrobotics.ru), раздел «Учебные материалы», подраздел — «Программное обеспечение».

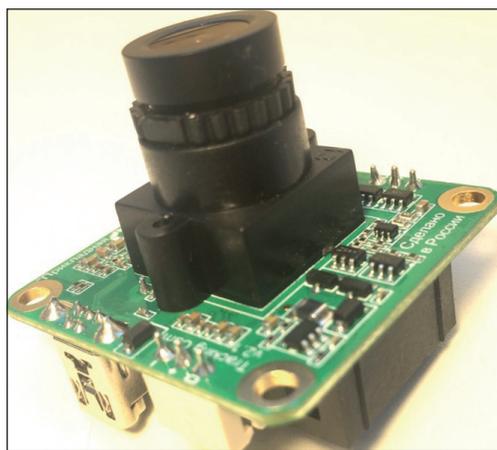
*Тренировочное задание 1.* Ознакомиться с элементами управления и интерфейсами МТЗ TrackingCam, установить драйвер для корректного соединения модуля с компьютером, запустить и ознакомиться со всеми окнами и опциями программного обеспечения настройки распознавания объектов, включить и настроить камеру, а также настроить и сохранить образ цветного шарика в памяти модуля.

Для решения этого задания необходимо выполнить следующие действия:

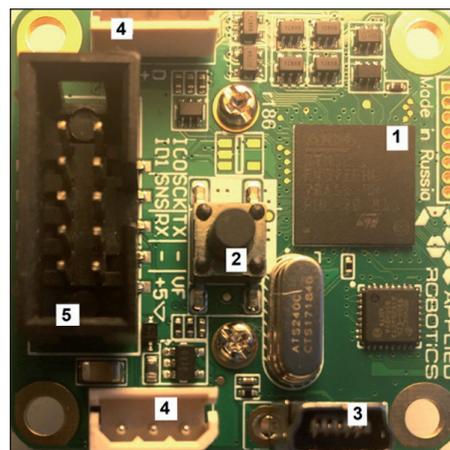
1. Скачать и распаковать архив TrackingCam\_v2.9 с сайта [appliedrobotics.ru](http://appliedrobotics.ru). Для установки драйвера запустить приложение **zadig**, в открывшемся окне выбрать из списка драйвер и щелкнуть кнопку **Install**. Дождаться завершения процесса установки.

2. Подключить МТЗ TrackingCam к компьютеру с помощью USB-кабеля и для проверки корректного подключения запустить «Диспетчер устройств». Об установке драйвера и о подключении модуля к компьютеру свидетельствует запись **Mass Storage in HS Mode** в разделе «Устройства USB» в окне «Диспетчера устройств».

3. После успешного подключения МТЗ к компьютеру запустить приложение TrackingCam. Программа откроется в шести отдельных, свободно перемещаемых по экрану окнах (рис. 2, а и 2, б). Рассмотрим назначение каждого окна: 1) окно настройки модуля TrackingCam и настройки различных параметров распознаваемого объекта. В этом окне нужно щел-



а



б

Рис. 1. Модуль технического зрения TrackingCam:

а — общий вид модуля; б — элементы платы управления

Fig. 1. TrackingCam vision module:

а — general view of the module; б — elements of the control board

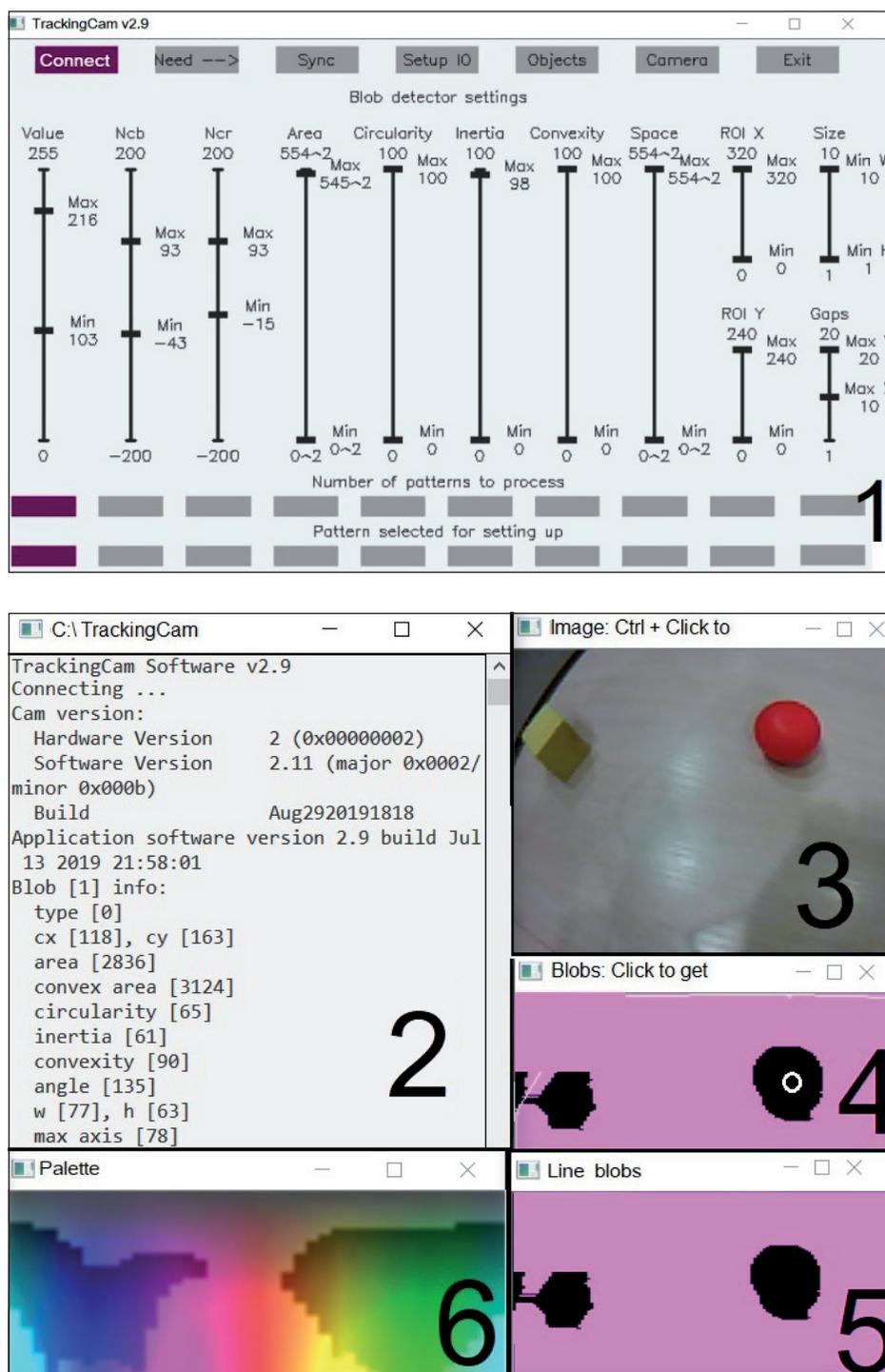


Рис. 2. Окна приложения TrackingCam

Fig. 2. TrackingCam application windows

кнуть кнопкой мыши на **Connect** для включения (активизации) камеры, после чего в окне № 3 (рис. 2, б) должно появиться изображение (видеопоток) с камеры. Четкость изображения настраивается вручную, прокручивая объектив в одну или в другую сторону. После настройки объектива его положение фиксируется специальным кольцом и винтом; 2) консольное окно для вывода строки об успешном подключении модуля и параметров распознанных объектов; 3) окно

вывода изображения с камеры имеет заголовок **Image: Ctrl + Click to select...**, в котором читается подсказка: как выбирать тот или иной объект распознавания в кадре, т. е. необходимо, зажав на клавиатуре Ctrl, кликнуть мышью по конкретному объекту в кадре; 4) окно отображения очертаний образов выбранных объектов имеет заголовок **Blobs: Click to get info**, в котором читается подсказка: кликните на объект для вывода информации о нем. Информация

выводится в окне № 2; 5) окно **Line blobs** отображает образ объекта, который после настроек параметров в окне № 1 должен быть похож на реальный объект из окна № 3 по цвету и по форме; 6) окно палитры цветов для наблюдения соответствия цвета объекта, выбранного в окне № 5.

4. Настроить МТЗ TrackingCam для распознавания объекта, например, шарика оранжевого цвета. Для этого нужно выполнить следующую последовательность действий: а) расположить в кадре шарик на расстоянии 15–25 см от камеры так, чтобы не было сливающегося фона и других похожих предметов; б) удерживая клавишу Ctrl, кликнуть в окне № 3 по изображению шарика; в) с помощью регуляторов в окне № 1 (ниже описано назначение этих регуляторов) добиться более реалистичного отображения шарика в окне № 5 по цвету и по форме; г) для отображения параметров шарика в окне № 2 перейти в окно № 4, навести курсор в виде кружочка на шарик и кликнуть мышью; д) для сохранения образа шарика в память модуля нажать кнопку **Sync** в окне № 1, а в появившемся окне выбрать **Push current settings to camera** и нажать кнопку **Close**, далее — кнопку **Save**, после этого надпись на этой кнопке изменится на **Saved**; е) после успешного выполнения всех этих действий модуль будет настроен на распознавание оранжевого шарика. В этом можно убедиться так: отключить от компьютера USB-кабель модуля и подключить его к блоку питания 5 вольт, например, от смартфона; светодиод модуля на лицевой стороне рядом с камерой помигает 3–5 с, указывая на загрузку внутренних настроек, и далее загорится красным цветом. Если мы наведем камеру на оранжевый шарик, то цвет светодиода изменится на светло-голубой. Это означает, что искомый объект по настройкам модуля распознан и находится в кадре.

5. Ознакомиться с элементами окон приложения TrackingCam. Рассмотрим элементы главного окна настроек (окно № 1 на рис. 2, а).

*Верхний ряд кнопок:* а) **Connect** — активация модуля в программе, после чего начинается видеоизображение с камеры, а название кнопки меняется на **Connected**; б) **Need** → — под этой кнопкой скрывается кнопка для сохранения настроек **Save**, которая после успешного сохранения настроек в память модуля переименовывается в **Saved**, однако для перехода к скрытой кнопке **Save** необходимо сначала нажать соседнюю кнопку **Sync**; в) **Sync** — при нажатии этой кнопки открывается окно, где видны четыре варианта выбора: **Load settings from camera** («Загрузить настройки (ранее сохраненные) с камеры»); **Push current settings to camera** («Перенести (сохранить) текущие настройки в камеру»); **Load settings from file** («Загрузить настройки из файла»); **Save settings to file** («Сохранить настройки в файл»); г) **Setup IO** — эта кнопка открывает окно для настройки интерфейсов (UART, I2C и SPI), соединения МТЗ и микроконтроллерной платы, где задаются параметры: стандарт интерфейса, адрес, скорость обмена данными, напряжение питания;

д) **Objects** — эта кнопка открывает окно со сложной структурой и большим количеством опций. Оно предназначено для объединения двух или трех цветных образов в один комбинированный образ или для распознавания разноцветных объектов. Это окно подробнее рассмотрено ниже; е) **Camera** — окно настройки цветových составляющих видеопотока камеры, здесь по умолчанию установлен автоматический режим; ж) **Exit** — выход из приложения.

*Регуляторы настроек Blob detector settings:* **Value** — яркость; **Ncb** — синяя цветоразность; **Ncr** — красная цветоразность; **Area** — площадь (в пикселях) цветного образа (пятна); **Circularity** — округлость или угловатость (меняется от 0 до 100, где 0 — многоугольник, а 100 — круг); **Inertia** — вытянутость (0 — вытянутая узкая фигура, 100 — круг); **Convexity** — выпуклость или присутствие дырок и впадин (0 — много впадин и дыр, 100 — полностью выпуклая фигура (многоугольник)); **Space** — площадь описанного многоугольника; **ROI X** и **ROI Y** — диапазон координат по горизонтали и по вертикали; **Size** — ширина и высота; **Gaps** — разрывы между пикселями по горизонтали и по вертикали.

*Нижние ряды кнопок:* **Number of patterns to process** — количество различных образов, которые модуль будет распознавать; **Pattern selected for setting up** — выбор конкретного образа для настройки.

6. Ознакомиться с информацией в окне № 2 (рис. 2, б): а) строка **Blob [3] info** указывает на количество распознанных образов одинакового или разных типов, например, если модуль был обучен на распознавание оранжевых шариков и зеленых кубиков, то, возможно, в кадре находятся три шарика или два шарика и один кубик и т. д., а сколько и чего именно обнаружено камерой, определяется по параметру **type**; б) **type** — указывает на номер образа объекта (шарик, кубик и др.), сохраненного в памяти модуля. Нумерация начинается с нуля и продолжается в той последовательности, в которой образы настраивались и сохранились в памяти (всего 10, от 0 до 9); в) **cx** — координата центра образа по горизонтали от 0 до 320; г) **cy** — координата центра образа по вертикали от 0 до 240; д) **area** — площадь образа в пикселях, меняется при приближении и отдалении объекта от камеры. Например, шарик для настольного тенниса имеет площадь 20 пикселей на расстоянии 50 см от объектива, а на расстоянии 5 см имеет площадь 2000 пикселей. Используя этот параметр, можно вычислить реальный размер объекта и расстояние до него; е) **convex area** — площадь описанного около образа многоугольника; ж) **circularity** — значение округлости; з) **inertia** — вытянутость; и) **convexity** — выпуклость; к) **angle** — угол поворота; л) **w** — ширина образа; м) **h** — высота образа; н) **max axis** — длина большей диагонали описанного многоугольника.

*Тренировочное задание 2.* Объединить два объекта разных цветов в один комбинированный объект и настроить модуль на распознавание этого двухцветного объекта, например, кубик и шарик разных

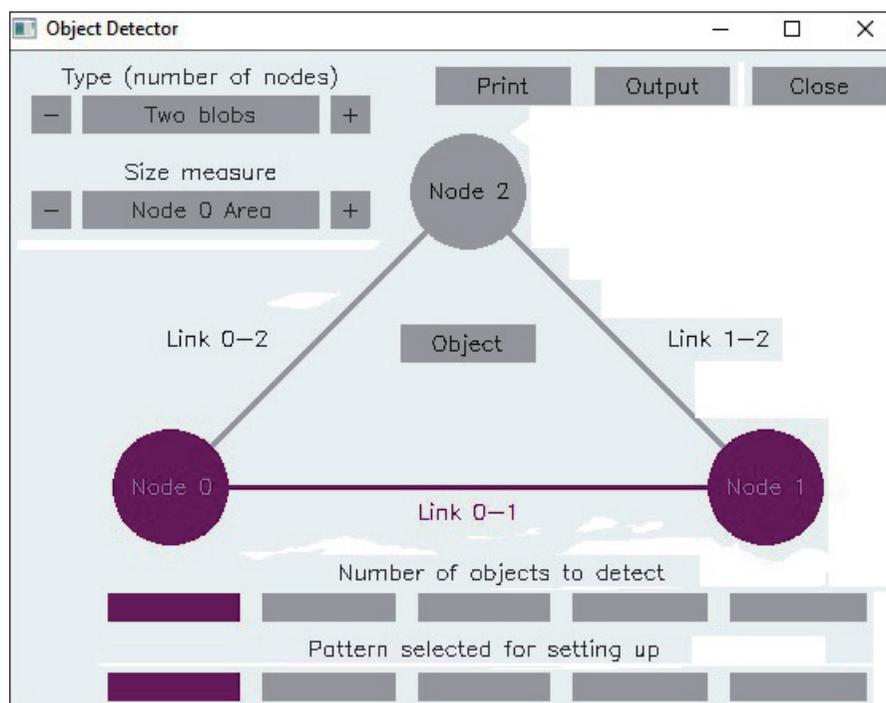


Рис. 3. Окно для объединения разноцветных объектов  
 Fig. 3. Window for combining multicolored objects

цветов можно поставить рядом и распознать как один комбинированный разноцветный объект.

Рассмотрим порядок действий по распознаванию разноцветных объектов:

1) запустить приложение TrackingCam и активировать камеру нажатием кнопки **Connect** в главном окне;

2) выставить перед камерой на расстоянии 20–30 см кубик и шарик разных цветов;

3) выбрать два распознаваемых объекта в разделе **Number of patterns to process** нажатием на два прямоугольника из десяти; далее поочередно настраивать распознавание образов кубика и шарика, выделяя в разделе **Pattern selected for setting up** сначала первый прямоугольник, а затем — второй;

4) после настройки на распознавание обоих объектов в отдельности нужно нажать кнопку **Objects**

в главном окне (рис. 2, а) и открыть окно для работы с объединением (комбинированием) разноцветных объектов (рис. 3);

5) в разделе **Type (number of nodes)** нажатием кнопки «+» или «-» задать количество цветных областей, которые нужно объединить: **Single blob** — одна цветная область, **Two blobs** — две области, **Three blobs** — три области. Для выполнения нашего задания нужно выбрать **Two blobs**;

6) в разделах **Number of objects to detect** и **Pattern selected for setting up** выделить по одному делению из пяти возможных (это означает, что мы работаем только с одним, комбинированным из двух частей, разноцветным объектом), после чего объекты будут объединены, т. е. на каждом объекте по центру появятся кружочки, соединенные между собой линией, как показано на рисунке 4;

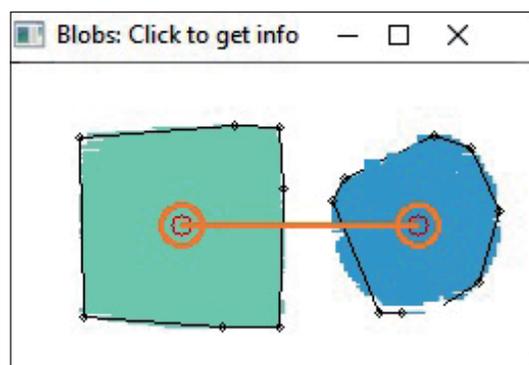


Рис. 4. Образование комбинированного разноцветного объекта  
 Fig. 4. Creating a combined multicolored object

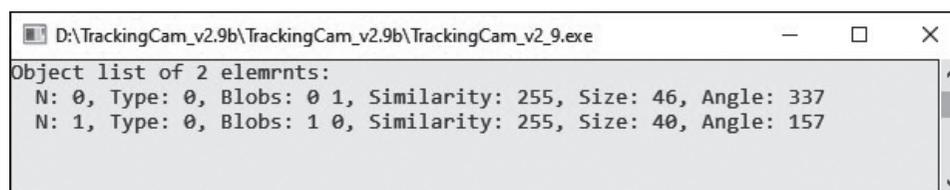


Рис. 5. Информация о комбинированном разноцветном объекте

Fig. 5. Information about the combined multicolored object

7) выводить информацию о комбинированном разноцветном объекте в консольное окно для отображения параметров (рис. 5) с помощью кнопки **Print** (рис. 3);

8) нажать кнопку **Object** в центре окна (рис. 3), а также на круги с надписями **Node**, чтобы открывать окна для корректировки параметров цветных областей в комбинированном объекте;

9) после выполненных настроек сохранить образ комбинированного разноцветного объекта в памяти модуля через кнопку **Sync** в главном окне;

10) чтобы убедиться в сохранении настроек распознавания комбинированного разноцветного объекта, нужно: отключить модуль технического зрения от компьютера и подключить его к блоку питания на 5 вольт (можно подключить к зарядному устройству от смартфона); выставить перед камерой кубик и шарик, так же как при настройке; обратить внимание на цвета светодиода состояния на модуле рядом с камерой: красный цвет означает, что распознаваемый объект вне кадра, т. е. не распознан; зеленый — комбинированный разноцветный объект распознан и находится в кадре; светло-голубой — распознан одинарный одноцветный объект (или только часть комбинированного разноцветного объекта).

#### Контрольные задания

1. Настроить МТЗ TrackingCam на распознавание кубика любого однотонного цвета. Вывести параметры распознавания. Сохранить настройки и проверить распознавание кубика по светодиоду состояния.

2. Настроить МТЗ TrackingCam на распознавание трех-пяти однотонных объектов, различных по цвету и по форме. Сохранить настройки и проверить распознавание по светодиоду состояния.

3. Настроить МТЗ TrackingCam на распознавание объекта, комбинированного из: а) двух шариков разных цветов; б) трех составляющих: двух кубиков разных цветов и шарика, не совпадающего с кубиками цвета. Сохранить настройки и проверить распознавание по светодиоду состояния.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое техническое зрение?
2. Каково разрешение матрицы на цифровой камере модуля МТЗ TrackingCam?
3. Какие интерфейсы для связи устройств реализованы на МТЗ TrackingCam?
4. Сколько различных одноцветных образов можно сохранить в МТЗ TrackingCam?

5. Какой архив нужно скачать и с какого сайта для первоначальной настройки и дальнейшей работы с МТЗ TrackingCam?

6. Как нужно сохранять уже настроенный образ объекта в память МТЗ TrackingCam?

7. Какие параметры объекта используются для настройки и распознавания его образа в МТЗ TrackingCam?

8. На что указывают светло-голубой и зеленый цвета светодиода состояния на МТЗ TrackingCam?

## 4. Использование модуля технического зрения в робототехнических проектах на базе микроконтроллерной платформы Arduino (лабораторная работа)

*Цель:* подключить МТЗ TrackingCam к микроконтроллерной платформе Arduino и использовать параметры распознавания из МТЗ в проекте слежения робомобиля за конкретным объектом.

*Оборудование:* компьютер с доступом в интернет, модуль технического зрения TrackingCam, предметы для опытов по распознаванию: кубики и шары разных цветов, микроконтроллерная плата Arduino MEGA или UNO и двухколесный робомобиль Arduino с моторами постоянного тока и платой управления, соединительные провода.

*Теоретические сведения.* На плате МТЗ TrackingCam расположен разъем DC3-10P (рис. 6), в котором реализованы три стандартных интерфейса UART, I2C и SPI для подключения модуля к микроконтроллерным платам, например, Arduino MEGA или Arduino UNO. На плате МТЗ рядом с разъемом интерфейсов указано назначение всех контактов. Для определения нумерации контактов нужно расположить разъем, вертикально повернув прорез в корпусе разъема влево, тогда нумерация контактов читается

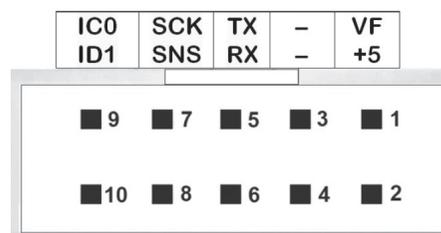


Рис. 6. Назначение контактов интерфейсного разъема МТЗ TrackingCam

Fig. 6. Pin assignment of OC TrackingCam interface connector

слева направо и сверху вниз (рис. 6). Контакты 2 и 4 предназначены для питания модуля, причем контакт 2 — это +5В (Vcc), а контакт 4 — «Земля» (Gnd). Контакты 1 и 3 используются для вывода напряжения 5 вольт из модуля для питания другого устройства, обычно эти контакты не применяются, чтобы не перегружать модуль.

Рассмотрим порядок соединения модуля технического зрения и платы Arduino по интерфейсам UART, I2C и SPI. В таблице отражены соответствия контактов на МТЗ и на плате Arduino.

Таблица/ Table

### Соответствия интерфейсных контактов на плате Arduino и на МТЗ

#### Correspondence of interface connector contacts on the Arduino board and with overcurrent protection

UART		I2C		SPI	
Arduino	MT3	Arduino	MT3	Arduino	MT3
TX1	RX	SCL	IC0	MISO	TX
RX1	TX	SDA	ID1	MOSI	RX
				SCK	SCK
				SS	SNS

Далее кратко поясним особенности использования этих интерфейсов в проектах.

UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) — универсальный асинхронный приемопередатчик для организации связи между цифровыми устройствами со скоростью передачи данных до 2 Мбит/с. UART использует две двунаправленные линии связи RX и TX. Причем RX от передатчика соединяется с TX приемника, а TX передатчика — с RX приемника. Так, один интерфейс UART может быть использован для связи только одной пары устройств между собой. В плату Arduino UNO встроены только один интерфейс UART (на цифровых портах под номерами 0 и 1), а на плате Arduino MEGA реализованы четыре интерфейса UART (на контактах: 0–1, 19–18, 17–16 и 15–14). Следует заметить, что «Монитор порта» в Arduino IDE работает по интерфейсу UART. Поэтому если в Arduino-проекте используется «Монитор порта», то единственный интерфейс окажется занят. И если в проекте кроме «Монитора порта» требуется использование UART для подключения различных датчиков и модулей (типа МТЗ), то нужно выбрать плату Arduino MEGA, в котором реализовано до четырех интерфейсов UART.

I<sup>2</sup>C (ИС — ай ту си) (Inter-Integrated Circuit) — последовательная асимметричная шина для связи между цифровыми электронными устройствами. Все операции по шине I<sup>2</sup>C осуществляются при помощи двух линий: последовательных данных (SDA) и синхронизации (SCL). Шина применяется для соединения низкоскоростных (до 100 Кбит/с) периферийных устройств с микропроцессорами и микроконтроллерами. По одному интерфейсу I<sup>2</sup>C можно подключить до 127 устройств, которым присваиваются адреса

в диапазоне 1–127. На всех платах Arduino реализован интерфейс I<sup>2</sup>C, который легко определить по названиям контактов: SDA и SCL, например, в конце ряда цифровых портов. I<sup>2</sup>C дублируется в двух-трех местах на платах Arduino (распиновка плат Arduino представлена на [wiki.amperka.ru](http://wiki.amperka.ru)).

SPI (Serial Peripheral Interface) — последовательный периферийный интерфейс синхронной передачи данных между микроконтроллерами и периферийными устройствами с частотой синхронизации до десятков МГц. В SPI используются четыре цифровых сигнала: MOSI (Master Out Slave In) — выход ведущего, вход ведомого; MISO (Master In Slave Out) — вход ведущего, выход ведомого; SCLK или SCK (Serial Clock) — тактовый сигнал; CS или SS (Chip Select, Slave Select) — выбор конкретного ведомого устройства. Интерфейс SPI позволяет подключать к одному ведущему устройству одно или несколько ведомых устройств. На всех типах плат Arduino реализован интерфейс SPI (распиновка плат Arduino представлена на [wiki.amperka.ru](http://wiki.amperka.ru)).

Для настраивания интерфейса соединения МТЗ и платы Arduino после настройки МТЗ на распознавание какого-то объекта нужно перейти в окно настройки интерфейсов нажатием кнопки **Setup IO** в главном окне (рис. 1, а). В открывшемся окне вводятся следующие настройки интерфейсов: а) UART (UART full duplex, Baud rate 115200, 51); б) I2C (I2C, 51); в) SPI (Spi); напряжение во всех интерфейсах — 5 вольт.

Для программирования Arduino-проектов с модулем технического зрения используются библиотеки интерфейсов «TrackingCamDxlUart», «TrackingCamI2C» и «TrackingCamSPI», в которых реализованы функции: а) объявление произвольной переменной типа TrackingCam, например, `trCam1: TrackingCamDxlUart trCam1, TrackingCamI2C trCam1, TrackingCamSPI trCam1`; б) инициализация и установка адреса и скорости: `trCam1.init(51, 1, 115200, 30)`, `trCam1.init(51, 400000)`, `trCam1.init(24, 1000000)`; в) количество распознаваемых объектов и образов: `trCam1.readObjects(1)`, `trCam1.readBlobs(4)`; г) возвращение параметров распознанного образа: `trCam1.blob[1].type`, `trCam1.blob[1].dummy`, `trCam1.blob[1].cx`, `trCam1.blob[1].cy`, `trCam1.blob[1].area`, `trCam1.blob[1].left`, `trCam1.blob[1].right`, `trCam1.blob[1].top`, `trCam1.blob[1].bottom`.

*Тренировочное задание 1.* Изучить схемы подключения МТЗ TrackingCam к интерфейсам микроконтроллерной платы Arduino UNO или Arduino MEGA; скачать и подключить к Arduino IDE библиотеки интерфейсов UART, I2C и SPI для МТЗ; настроить МТЗ на распознавание шарика оранжевого цвета; запустить пример, встроенный в Arduino IDE, для отображения параметров распознанного образа в «Мониторе порта».

Для выполнения этого задания нужно произвести следующие действия:

1. Скачать с сайта ООО «Прикладная робототехника» ([appliedrobotics.ru](http://appliedrobotics.ru), раздел «Учебные

материалы», подраздел «Программное обеспечение») библиотеки для программирования МТЗ в среде Arduino IDE: «TrackingCamDxlUart» — для интерфейса UART, «TrackingCamI2C» — для I2C и «TrackingCamSPI» — для SPI.

2. Подключить все три архива библиотек интерфейсов к среде разработки Arduino IDE следующим образом: запустить среду Arduino IDE, открыть меню **Скетч**, перейти в пункт «Подключить библиотеку» и выбрать **Добавить .ZIP библиотеку...** Далее в открывшемся окне выбрать один из архивов библиотек: «TrackingCamDxlUart», «TrackingCamI2C» или «TrackingCamSPI» и нажать кнопку **Open**. Повторить эти действия для подключения каждой библиотеки. Подключенные библиотеки отображаются в списке **Скетч** → **Подключить библиотеку**.

3. Подключить МТЗ TrackingCam к компьютеру и настроить его на распознавание оранжевого шарика. Далее нажать кнопку **Setup IO** и в открывшемся окне выбрать интерфейс **I2C**. После выбора интерфейса нажать кнопку **Apply**, а затем — **Close**.

4. Сохранить все выбранные настройки в МТЗ: **Sync** → **Push current settings to camera**, и отключить USB-кабель модуля от компьютера.

5. Подключить с помощью соединительных проводов МТЗ TrackingCam к плате Arduino UNO или MEGA (табл.) по интерфейсу I2C (IC0-SCL, ID1-SDA), а далее подключить провода питания (+5 подключить к 5 вольт, а «-» подключить к GND).

6. Подключить плату Arduino (с уже подсоединенным к нему МТЗ) к компьютеру и запустить среду разработки Arduino IDE. Далее перейти в меню **Инструменты** и настроить соответственно **Порт** и **Плата**.

7. Открыть встроенный пример для отображения параметров распознанного объекта в «Мониторе порта»: **Файл** → **Примеры** → **TrackingCamI2C** → **readBlobs**. Загрузить скетч в плату Arduino: **Скетч** → **Загрузка**. В нижней части окна Arduino IDE появится сообщение: «Загрузка завершена».

8. Запустить **Монитор порта** (в меню **Инструменты**), выставить скорость 115200 бод, т. е. такую же скорость, какая объявлена в скетче. Проверить параметры распознавания шарика, которые отобра-

жаются в «Мониторе порта», и определить, какие параметры соответствуют разным переменным из скетча, например, чему равны значения параметров **area**, **cx**, **cy** и др.

9. Выставить шарик перед камерой прямо по центру на расстоянии 10 см. Перейти в «Монитор порта», остановить «Автопрокрутку» (убрав галочку в нижней части окна) и скопировать или переписать все числовые значения параметров распознавания с соответствующими переменными и с их названиями.

*Тренировочное задание 2.* Закрепить МТЗ TrackingCam на двухколесный роботомобиль на базе платы Arduino; подключить модуль к плате Arduino по интерфейсу I2C; настроить МТЗ на распознавание оранжевого шарика; разработать программу (скетч) для следования роботомобиля за распознаваемым объектом, т. е. за оранжевым шариком.

Для решения этого задания нужно выполнить следующие действия:

1. Собрать двухколесный роботомобиль на базе платы Arduino UNO или MEGA с двумя двигателями постоянного тока и платой управления для двигателей на основе драйвера L298N; замкнув переключики на плате управления, задать режим без регулирования скорости вращения двигателей; для управления направлением вращения двигателей использовать следующие цифровые порты на плате Arduino: IN1-4, IN2-5, IN3-10, IN4-11.

2. Установить МТЗ TrackingCam на роботомобиль на высоте 10–20 см от уровня пола и под небольшим наклоном (30–40°); соединить МТЗ и плату Arduino по интерфейсу I2C, пользуясь таблицей и схемой платы Arduino; соединить провода питания: 5v на Arduino и +5 на МТЗ, а также GND на Arduino и «-» на МТЗ.

3. Настроить МТЗ TrackingCam на распознавание оранжевого шарика, выставленного в центре кадра перед камерой на расстоянии 10 см.

4. Подключить плату Arduino на роботомобиле к компьютеру и запустить среду разработки Arduino IDE; набрать следующий скетч для платы Arduino UNO или MEGA, откомпилировать и загрузить в плату Arduino на роботомобиле:

```
#include "TrackingCamI2C.h" //Подключение библиотеки для интерфейса I2C
TrackingCamI2C trackingCam; //Объявление переменной trackingCam

void setup() {
trackingCam.init(51, 400000); //Установка настроек интерфейса I2C
pinMode(4,OUTPUT); pinMode(5,OUTPUT); //Объявление портов 1 мотора
pinMode(10,OUTPUT); pinMode(11,OUTPUT); //Объявление портов 2 мотора
}
void loop() {
int n = trackingCam.readBlobs(1); //n-переменная хранения количества образов
int a = trackingCam.blob[0].area; //a-переменная площади образа
int c = trackingCam.blob[0].cx; //c-переменная координаты по горизонтали

if(n==0){a=0;c=0;} //если нет распознанных образов, то сброс значений a и c

digitalWrite(4,LOW); digitalWrite(5,LOW); // стоп моторов и сброс портов
digitalWrite(10,LOW) digitalWrite(11,LOW);
```

```

delay(200);
  if(a<1500 && c>145 && c<155){ // движение вперёд, если образ в центре
digitalWrite(4,HIGH); digitalWrite(10,HIGH);
delay(15); }
  if(a<1500 && c>155){ //движение направо, так как образ не в центре
digitalWrite(10,HIGH);
delay(15); }
  if(a<1500 && c<145 && c>0){ //движение налево, так как образ не в центре
digitalWrite(4,HIGH);
delay(15); }
}

```

Код для решения этого задания для Arduino-подобной платы Mega 2560 из робототехнического

набора ООО «Прикладная робототехника», в котором комплектуется также МТЗ TrackingCam, выглядит так:

```

#include "TrackingCamI2C.h"
TrackingCamI2C trackingCam;

void setup() {
trackingCam.init(51, 400000);
  pinMode(44,OUTPUT); pinMode(45,OUTPUT); pinMode(46,OUTPUT); pinMode(47,OUTPUT);
}
void loop() {
  int n = trackingCam.readBlobs(1);
  int a = trackingCam.blob[0].area;
  int c = trackingCam.blob[0].cx;
  if(n==0){a=0;c=0;}
  digitalWrite(45,LOW); digitalWrite(47,LOW); analogWrite(44,0); analogWrite(46,0); // стоп
delay(200);
  if(a<8500 && c>130 && c<170) { //вперёд
    digitalWrite(45,LOW); digitalWrite(47,LOW); analogWrite(44,70); analogWrite(46,70);
delay(50); }
  if(a<8500 && c>170) { // направо
    digitalWrite(45,LOW); digitalWrite(47,LOW); analogWrite(44,70); analogWrite(46,0);
delay(30); }
  if(a<8500 && c<130 && c>0) { // налево
    digitalWrite(45,LOW); digitalWrite(47,LOW); analogWrite(44,0); analogWrite(46,70);
delay(30); }
}

```

5. Разобраться в работе всех блоков скетча, в котором реализован следующий алгоритм: роботомобиль совершает повороты соответственно влево или вправо, пока объект не окажется по горизонтали в центре кадра, а далее роботомобиль приближается к объекту, двигаясь прямо, пока площадь объекта не будет равной площади, если бы камера располагалась на расстоянии 10–15 см от объекта.

6. Включить питание роботомобиля и выставить шарик перед камерой: левее или правее от центра на 30–45° от камеры и на расстоянии 70–90 см; светодиод на камере должен замигать и загореться светлоголубым цветом; далее роботомобиль должен обнаружить шарик, распознать и приблизиться к нему.

#### Контрольные задания

1. Описать работу всех блоков скетча Arduino для приближения роботомобиля к распознанному объекту. Определить, по каким числовым значениям и каким параметрам распознавания происходит движение роботомобиля налево, направо и вперед.

2. Установить на роботомобиль светодиод, подключенный к плате Arduino, настроить МТЗ на роботомобиле на распознавание кубика синего или зеленого цвета и модернизировать скетч следующим образом: роботомобиль приближается к распознанному объекту (кубику), загорается светодиод на 5 с, далее роботомобиль возвращается в заданную точку полигона.

3. Установить на роботомобиль механизм с сервоприводом для захвата распознанных объектов и модернизировать скетч так, чтобы после распознавания и приближения к объекту роботомобиль мог бы захватить распознанный объект и вернуть его в конкретную точку.

#### Контрольные вопросы

1. Какие интерфейсы для подключения к микроконтроллерным платам Arduino встроены в МТЗ TrackingCam?

2. Как определяется нумерация контактов в разъеме DC3-10P, где реализованы все интерфейсы на МТЗ TrackingCam?

3. Какие контакты в разъеме DC3-10P используются для питания MT3 TrackingCam?

4. Что такое UART (назначение контактов, количество связываемых устройств, скорость передачи информации)?

5. Что такое I2C (название и назначение контактов, количество связываемых устройств, скорость передачи информации)?

6. Что такое SPI (название и назначение контактов, скорость передачи информации)?

7. Какие настройки в окне **Setup IO** программы TrackingCam нужно выбрать для связи MT3 TrackingCam и платы Arduino по интерфейсу UART?

8. Какие настройки в окне **Setup IO** программы TrackingCam нужно выбрать для связи MT3 TrackingCam и платы Arduino по интерфейсу I2C?

9. Какие контакты в разъеме DC3-10P MT3 TrackingCam соответствуют контактам интерфейса I2C?

10. Какой алгоритм реализован в скетче Arduino для приближения робомобиля к распознанному MT3 объекту?

## 5. Выводы

Результаты исследования представляют собой материалы по теоретической и практической подготовке обучающихся, а также контролю полученных ими знаний и умений по такой актуальной проблеме, как: использование модулей технического зрения в составе мобильных роботов для решения различных прикладных задач.

Представленный дидактический материал может быть использован для организации практикума по техническому зрению педагогами по робототехнике на различных уровнях современного образования. Практикум по усмотрению педагога и в зависимости от уровня обучающихся может быть разделен на две лабораторные работы: 1) изучение аппаратного и программного обеспечения модуля технического зрения; 2) использование модуля технического зрения в составе мобильного робота с целью решения задач распознавания, преследования и захвата объектов.

Рассмотренный практикум позволит решать более сложные учебные и проектно-исследовательские задачи с использованием последних достижений в сфере технического зрения, например, таких как: средства и методы стереозрения, технологии распознавания живых объектов: лиц или жестов и др. [18–20].

## Список источников / References

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ: «Об образовании в Российской Федерации». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)

[Federal Law No. 273 FZ dated 29.12.2012: “On Education in the Russian Federation”. (In Russian.) Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)]

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 № 1642: «Об утверждении государственной программы Российской Федерации “Развитие

образования”». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286474/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474/)

[Decree of the Government of the Russian Federation No. 1642 dated 26.12.2017: “On Approval of the State Program of the Russian Federation “Development of Education””. (In Russian.) Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286474/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474/)]

3. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490: «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003>

[Decree of the President of the Russian Federation No. 490 dated 10.10.2019: “On the development of artificial intelligence in the Russian Federation”. (In Russian.) Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003>]

4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.12.2021 № 3759-р: «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации науки и высшего образования». Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403203308/#1100>

[Decree of the Government of the Russian Federation No. 3759-r dated 21.12.2021: “On assessing the accuracy of determining the area in the field of digital transformation of science and higher education”. (In Russian.) Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403203308/#1100>]

5. Программа «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России». Режим доступа: <https://www.russianrobotics.ru/about-the-program/general-information/>

[Robotics: Engineering and technical personnel of innovative Russia. (In Russian.) Available at: <https://www.russianrobotics.ru/about-the-program/general-information/>]

6. Каталог цифрового оборудования для современного образования. Режим доступа: <https://robotbaza.ru/collection/all>

[Catalog of digital equipment for modern education. (In Russian.) Available at: <https://robotbaza.ru/collection/all>]

7. Международный стандарт ISO 8373: 2012 «Роботы и роботизированные устройства». Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/55890.html>

[ISO 8373: 2012 Robots and robotic devices. (In Russian.) Available at: <https://www.iso.org/standard/55890.html>]

8. Абдулгалимов Г. Л. Использование эмулятора цифровой электроники в условиях дистанционного обучения. *Материалы Международной научно-практической конференции «Информатизация образования — 2021»*. Липецк: ЛГТУ; 2021:176–179. Режим доступа: <https://portalsga.ru/data/3573.pdf>

[Abdulgalimov G. L. Use of digital electronics emulators in the conditions of distance learning. *Informatization of Education — 2021. Proceeding International Scientific and Practical Conference*. Lipeck, LGTU; 2021:176–179. (In Russian.) Available at: <https://portalsga.ru/data/3573.pdf>]

9. Воротников С. А., Девятериков Е. А., Панфилов А. О. Техническое зрение роботов с использованием TrackingCam. М.: Applied Robotics. Электронная книга; 2017. 71 с.

[Vorotnikov S. A., Devyaterikov E. A., Panfilov A. O. Technical vision of robots using TrackingCam. М.: Applied Robotics. Electronic book; 2017. 71 p. (In Russian.)]

10. Прикладная робототехника. Учебные материалы. Режим доступа: <https://appliedrobotics.ru>

[Applied Robotics. Educational materials. (In Russian.) Available at: <https://appliedrobotics.ru/>]

11. Абдулгалимов Г. Л., Косино О. А., Субочева М. Л. Основы образовательной робототехники (на примере Ардуино). М.: Перо; 2018. 148 с.

[Abdulgalimov G. L., Kosino O. A., Subocheva M. L. Fundamentals of educational robotics (on the example of Arduino). Moscow, Pero; 2018. 148 p. (In Russian.)]

12. База знаний Амперки. Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/>

[Amperka's knowledge base. (In Russian.) Available at: <http://wiki.amperka.ru/>]

13. Липпман С. Б., Лажоие Ж., Му Б. Э. Язык программирования C++. Базовый курс. 5-е изд. М.: Вильямс; 2014. 1120 с.

[Lippman S. B., Lazhoie J., Mu B. E. C++ programming language. Basic course. 5th ed. Moscow, Williams; 2014. 1120 p. (In Russian.)]

14. Монк С. Программируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами. СПб.: Питер; 2017. 252 с.

[Monk S. We program Arduino. Professional work with sketches. St. Petersburg, Piter, 2017. 252 p. (In Russian.)]

15. Forsyth D., Ponce J. Computer vision: A modern approach. Prentice Hall, August; 2002. 673 p.

16. Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю., Бондаренко А. В., Ососков М. В., Моржин А. В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения. М.: Физматкнига; 2010. 672 с.

[Vizil'ter Yu. V., Zheltov S. Yu., Bondarenko A. V., Ososkov M. V., Morzhin A. V. Image processing and analysis in machine vision problems. Moscow, Fizmatkniga; 2010. 672 p. (In Russian.)]

17. Achanta R., Hemami S., Estrada F., Susstrunk S. Frequency-tuned salient region detection. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*; 2009:1597–1604.

18. Kriegman D., Yang M. H., Ahuja N. Detecting faces in images: A survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2002;24(1):34–58.

19. Szeliski R. Computer vision: Algorithms and applications. Springer; 2010. 925 p.

20. Chellappa R., Wilson C., Sirohey S. Human and machine recognition of faces: A survey. *Proceedings of the IEEE*. 1995;(83(5)):705–741.

#### Информация об авторах

Абдулгалимов Грамудин Латифович, доктор пед. наук, доцент, профессор кафедры технологических и информацион-

ных систем, Институт физики, технологии и информационных систем, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9744-0584>; *e-mail*: [agraml@mail.ru](mailto:agraml@mail.ru)

Косино Ольга Алексеевна, канд. пед. наук, доцент кафедры технологических и информационных систем, Институт физики, технологии и информационных систем, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7061-0750>; *e-mail*: [kosino-oa@yandex.ru](mailto:kosino-oa@yandex.ru)

Гоголданова Кермен Вячеславовна, старший преподаватель кафедры технологических и информационных систем, Институт физики, технологии и информационных систем, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6785-6514>; *e-mail*: [gkermen@mail.ru](mailto:gkermen@mail.ru)

#### Information about the authors

Gramudin L. Abdulgalimov, Doctor of Sciences (Education), Docent, Professor at the Department of Technological and Information Systems, Institute of Physics, Technology, and Informational Systems, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-9744-0584>; *e-mail*: [agraml@mail.ru](mailto:agraml@mail.ru)

Olga A. Kosino, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Technological and Information Systems, Institute of Physics, Technology, and Informational Systems, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-7061-0750>; *e-mail*: [kosino-oa@yandex.ru](mailto:kosino-oa@yandex.ru)

Kermen V. Gogoldanova, Senior Lecturer at the Department of Technological and Information Systems, Institute of Physics, Technology, and Informational Systems, Moscow Pedagogical State University, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6785-6514>; *e-mail*: [gkermen@mail.ru](mailto:gkermen@mail.ru)

Поступила в редакцию / Received: 12.04.2022.

Поступила после рецензирования / Revised: 11.07.2022.

Принята к печати / Accepted: 02.08.2022.

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-46-53

# МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА

Е. Г. Литвак<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup> *Донецкая академия управления и государственной службы при Главе Донецкой Народной Республики, г. Донецк, Донецкая Народная Республика*

✉ [alttt@yandex.ru](mailto:alttt@yandex.ru)

## Аннотация

В статье на основе анализа литературы выявлены трудности преподавания курса реляционных баз данных в высших учебных заведениях, которые связаны в основном с отсутствием простых и одновременно с этим формализованных методик обучения основам проектирования реляционных баз данных. Показана важность правильного выбора модели педагогического дизайна при разработке учебного курса. Проведен сравнительный анализ существующих моделей педагогического дизайна через призму применения их для разработки курса баз данных. Раскрыты преимущества выбора четырехкомпонентной модели педагогического дизайна (4C/ID). На основе такой модели разработана методика преподавания проектирования баз данных, которая позволяет, с одной стороны, избежать глубокого погружения в математические основы дисциплины, а с другой стороны, является строго формализованной и полностью согласованной с этими основами. Формализация достигнута за счет четко выраженных на естественном языке когнитивной стратегии и когнитивных правил. Когнитивная стратегия и когнитивные правила универсальны для проектирования баз данных в любой предметной области. Эффективность предложенной методики доказывается тем, что обучающиеся быстро переходят к решению реальных практических задач профессиональной деятельности.

**Ключевые слова:** база данных, реляционная модель данных, педагогический дизайн, четырехкомпонентная модель педагогического дизайна (4C/ID).

## Для цитирования:

Литвак Е. Г. Методика преподавания проектирования баз данных на основе четырехкомпонентной модели педагогического дизайна. *Информатика и образование*. 2022;37(4):46–53. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-46-53

---

# A METHODOLOGY FOR TEACHING DATABASE DESIGN BASED ON A FOUR-COMPONENT INSTRUCTIONAL DESIGN MODEL

E. G. Litvak<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup> *The Donetsk Academy of Management and Public Administration under the Head of Donetsk People's Republic, Donetsk, The Donetsk People's Republic*

✉ [alttt@yandex.ru](mailto:alttt@yandex.ru)

## Abstract

Based on the analysis of relevant literature, the article highlights the difficulties of teaching a relational database course in higher educational institutions. Such problems are mainly associated with the lack of simple and at the same time formalized methods to teach the basics of this academic discipline. The research illustrates the importance of the correct choice of the instructional design model while developing the course. The article also provides a comparative analysis of the existing instructional design models performed with regard to their application to the development of a database course. The study has revealed the advantages of choosing a four-component model of instructional design (4C/ID). Such a model served as the basis for developing a methodology for teaching database design. On the one hand, this methodology makes it possible to avoid deep immersion in the mathematical foundations of the discipline. On the other hand, it is strictly formalized and fully consistent with these foundations. Formalization has been achieved through a cognitive strategy and cognitive rules that are clearly expressed in natural language. The cognitive strategy and rules are universal for database design in any subject area. The fact that students quickly go on to solve real practical problems in professional activity proves the effectiveness of the proposed methodology.

**Keywords:** database, relational data model, instructional design, four-component instructional design model (4C/ID).

## For citation:

Litvak E. G. A methodology for teaching database design based on a four-component instructional design model. *Informatics and Education*. 2022;37(4):46–53. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-46-53

© Литвак Е. Г., 2022

## 1. Введение

Дисциплина «Базы данных» является одной из фундаментальных на направлениях бакалавриата, связанных с информационными технологиями и программированием. Профессиональная деятельность обучающихся на этих направлениях будет касаться баз данных в той или иной степени. Поэтому качественное усвоение материала курса является важнейшим этапом в их становлении как профессионалов.

Однако преподаватели часто сталкиваются с трудностями восприятия обучающимися тем, посвященных вопросам проектирования реляционных баз данных [1–4]. Эти вопросы являются ключевыми в понимании всего курса, поэтому их недостаточное понимание ставит под угрозу дальнейшее освоение дисциплины в целом.

В работе [4] приведен обширный обзор методик преподавания проектирования баз данных и сделан справедливый вывод о том, что «в настоящее время практически отсутствуют формальные методики обучения студентов для выполнения этапа анализа и концептуального проектирования» [4, с. 76].

В работе [3] показано, что все методики преподавания баз данных могут быть разделены на две группы. К первой группе относятся методики, которые построены на теоретических основах реляционной модели данных: реляционной алгебре и реляционном исчислении. Такая подача материала присутствует, например, в классической книге Г. Гарсиа-Молины, Дж. Ульмана, Дж. Уидома «Системы баз данных. Полный курс» [5], а также в работах [6, 7]. Восприятие этой теории требует от студента достаточно глубокой математической подготовки и способности понимать абстракции. Так как дисциплина «Базы данных» преподается обычно на младших курсах, то очень небольшая часть обучающихся способна к этому времени овладеть математическими основами проектирования на должном уровне. У остальных наблюдается снижение учебной мотивации и самооценки из-за непонимания основополагающих принципов всей дисциплины.

Ко второй группе относятся методики, которые концентрируются на практических аспектах работы в определенной реляционной системе управления базами данных. При этом теоретические основы проектирования преподаются без изучения формальных правил, с использованием интуиции и готовых примеров. Такая стратегия тоже не позволяет обучающимся овладеть навыками грамотного проектирования баз данных для любой предметной области.

Целью данной статьи является разработка такой методики обучения проектированию баз данных, которая, с одной стороны, не будет перегружать обучающегося излишними математическими абстракциями, а с другой стороны, даст ему достаточно формальный универсальный аппарат проектирования, позволяющий в дальнейшем грамотно создавать базы данных для разных предметных областей.

## 2. Методы исследования

В ходе исследования применялись такие общенаучные методы, как анализ, синтез и формализация.

Для разработки любого учебного курса основополагающим вопросом является выбор модели педагогического дизайна [8, 9]. В литературе чаще всего встречаются четыре различные модели. Три из них достаточно полно описаны в работе Дж. С. Ричардса [10]. Автор называет их «прямым», «центральным» и «обратным дизайном». И хотя в работе перечисленные модели рассматриваются на примере курса иностранного языка, выводы можно считать справедливыми для любой дисциплины.

«Прямой дизайн» — это модель педагогического дизайна, которая ставит в основу курса конкретный контент. Чаще всего берется какой-либо фундаментальный учебник или несколько учебников и на основе их содержания строится курс. Именно так создается большинство курсов в образовательных учреждениях высшего профессионального образования, в том числе и курсы баз данных, включающие изучение реляционной алгебры и реляционного исчисления. На первый взгляд данный подход кажется совершенно естественным, но, как показано в [1–4], он далеко не всегда приводит к требуемому результату.

«Центральный дизайн» — это модель, которая позволяет выстроить курс на основе способов взаимодействия преподавателя и обучающегося. Для изучения технических дисциплин такой подход редко бывает актуальным. Он более приемлем, например, для изучения иностранных языков.

«Обратный дизайн» — это модель, которая ставит на первое место цели изучения курса. Исходя из целей, выбираются критерии их достижения, а на основе критериев определяются контент и конкретные учебные активности [10, 11].

Четвертая модель, предложенная в работах [12–15], называется четырехкомпонентной моделью педагогического дизайна (4C/ID).

Основным отличием модели 4C/ID является то, что в качестве целей обучения рассматривается получение навыков решения аутентичных задач профессиональной деятельности. При этом сама модель предполагает руководство обучением на основе разработки очень четких и подробных инструкций. Принципы создания этих инструкций полно описаны авторами модели в научной литературе и ряде методических рекомендаций [12–15].

Именно такой подход в наибольшей степени целесообразен при обучении информационным технологиям, его целью является получение навыков решения реальных задач профессиональной деятельности. В то же время при обучении информационным технологиям наиболее эффективны те методики, которые делают упор на руководство процессом обучения [16, с. 75].

В работах [17, 18] представлены опыт и положительные результаты применения модели 4C/ID при

разработке курсов, обучающих информационным технологиям.

Поэтому в данной статье в качестве методической основы разработки курса проектирования баз данных выбрана модель 4C/ID.

### 3. Результаты и обсуждение

Четырехкомпонентная модель состоит из следующих основных компонентов: аутентичная задача, вспомогательная информация, своевременная информация, частичная практика [13]. Смысл и содержание перечисленных четырех компонентов раскрыты в таблице 1.

Для курса проектирования баз данных перечисленные в таблице 1 шаги приобретут следующее конкретное содержание.

#### Шаг 1. Основная аутентичная задача.

Постановка задачи: дано словесное описание предметной области и всех происходящих в ней процессов.

Цель: спроектировать базу данных, соответствующую этому описанию, и представить ее в виде ER-модели в нотации Crow's foot [19].

Решение: пройти все шаги формального алгоритма проектирования и показать результат каждого шага.

Таблица 1 / Table 1

#### Содержание четырехкомпонентной модели педагогического дизайна

#### Content of the four-component instructional design model

Основные четыре компонента модели	10 шагов четырехкомпонентной модели	Расширенное пояснение шага
Аутентичные задачи	1. Спроектировать учебную задачу (или несколько задач)	Определить задачу, которую в реальной профессиональной деятельности должен будет решать студент. Выделить в задаче три компонента: <ul style="list-style-type: none"> <li>• условие;</li> <li>• цель (как должно выглядеть готовое решение);</li> <li>• шаги решения</li> </ul>
	2. Разделить задачи на классы	Если в этом есть необходимость, выделить упрощенные варианты основной задачи и сгруппировать из них классы на основе критерия упрощения. Например, в отдельный класс можно выделить задачи, которые направлены на отработку какого-то одного навыка
	3. Спроектировать оценку	Составить дерево составных навыков — процесс решения задачи, в котором каждый шаг детализирован до уровня отдельных действий. Определить навыки, которые требуют автоматизации. Сформулировать образовательные результаты, т. е. результаты, которые говорят о приобретении того или иного навыка студентом
Вспомогательная информация	4. Разработать вспомогательную информацию	Определить, какие теоретические темы нужно знать и понимать, чтобы справиться с задачей
	5. Проанализировать когнитивные стратегии	Определить алгоритм решения задачи
	6. Проанализировать ментальные модели	Определить все понятия изучаемой предметной области и связи между ними
Своевременная информация	7. Спроектировать «процедурную» информацию	Определить, какие подсказки, чек-листы, шаблоны нужно предоставить студенту непосредственно перед решением задачи
	8. Установить когнитивные правила	Определить правила выполнения конкретных действий, которые студент должен выполнять при решении задачи
	9. Определить предварительные знания	Определить информацию, которую студент должен знать до того, как начнет выполнять то или иное когнитивное правило
Частичная практика	10. Спроектировать частичную практику	Вернуться к дереву составных навыков (шаг 3) и понять, какие из них требуют автоматизации. Придумать серию упражнений, которые благодаря частым повторениям помогут довести их выполнение до автоматизма

**Шаг 2. Выделение классов задач.**

Следует выделить два класса задач. К первому классу необходимо отнести задачи, описание которых позволяет назвать не более трех сущностей, имеющих одиночные первичные ключи. Таких задач должно быть рассмотрено несколько (4–5).

Во второй класс следует включить задачу, которая максимально приближена к реальным условиям, т. е. содержит не менее десяти сущностей и составные первичные ключи.

**Шаг 3. Проектирование оценки (табл. 2).****Шаг 4. Вспомогательная информация.**

К вспомогательной информации относятся теоретические блоки, которые обучающийся должен освоить до начала решения задачи. В данном случае важно знать четкие определения основных понятий, таких как сущность, атрибут сущности, поле, запись, значение поля, первичный ключ. Необходимо также ознакомиться с определениями первой,

Таблица 2 / Table 2

**Дерево составных навыков****Composite skills tree**

Навык и результат его приобретения	Детализация навыка	Требуется ли автоматизация навыка
Уметь строить концептуальную модель предметной области. <i>Результат:</i> построена концептуальная модель из сущностей и связей без атрибутов	Уметь выделять основные сущности предметной области	
	Уметь выделять атрибуты сущностей	
	Уметь выявлять, связаны ли данные две сущности	Да
	Уметь определять вид связи между двумя сущностями	Да
Уметь выделять первичные ключи сущностей. <i>Результат:</i> в концептуальную модель добавлены первичные ключи		Да
Уметь осуществлять переход от концептуальной модели к логической. <i>Результат:</i> построена логическая модель «на ключах», где уже отсутствуют связи вида «много ко многим»	Уметь строить связь вида «один ко многим»	Да
	Уметь строить связь вида «много ко многим»	Да
	Уметь строить связь вида «один к одному»	Да
	Уметь выявлять дополнительные сущности	
Уметь расширять логическую модель дополнительными описательными атрибутами. <i>Результат:</i> построена логическая модель с полным набором атрибутов, которая соответствует первой нормальной форме	Уметь выделять дополнительные атрибуты	
	Уметь проверять таблицы на соответствие первой нормальной форме	
Уметь проверять таблицы на соответствие второй нормальной форме и проводить нормализацию, если это требуется. <i>Результат:</i> • построена логическая модель, которая соответствует второй нормальной форме; • написано обоснование, которое доказывает соответствие модели второй нормальной форме	Уметь находить нарушение второй нормальной формы при отсутствии составного первичного ключа	Да
	Уметь находить нарушение второй нормальной формы при наличии составного первичного ключа	Да
	Уметь проводить нормализацию до второй нормальной формы, если было найдено нарушение	Да
Уметь проверять таблицы на соответствие третьей нормальной форме и проводить нормализацию, если это требуется. <i>Результат:</i> • построена логическая модель, которая соответствует третьей нормальной форме; • написано обоснование, которое доказывает соответствие модели третьей нормальной форме	Уметь находить нарушение третьей нормальной формы	Да
	Уметь проводить нормализацию до третьей нормальной формы, если было найдено нарушение	Да

второй и третьей нормальных форм реляционной теории.

### Шаг 5. Когнитивные стратегии.

Основной когнитивной стратегией является алгоритм проектирования базы данных, который состоит из следующих этапов.

Этап 1. Выявить сущности предметной области и примерный список из атрибутов.

Этап 2. Определить виды связей в тех случаях, где они есть. Разработать концептуальную модель.

Этап 3. Перейти от сущностей к таблицам и выделить первичные ключи.

Этап 4. Построить каждую связь в соответствии с ее видом.

Этап 5. Выявить дополнительные (ассоциирующие) сущности, если они есть.

Этап 6. Включить в модель полный набор описательных атрибутов. Составить логическую модель.

Этап 7. Проверить выполнение трех нормальных форм.

Этап 8. Осуществить нормализацию, если она необходима. Получить нормализованную логическую модель.

### Шаг 6. Ментальные модели.

В качестве ментальной модели может быть использована небольшая онтология, созданная в редакторе Protégé (или в любом другом) и содержащая все основные понятия изучаемой темы. Пример такой онтологии показан на рисунке 1.



Рис. 1. Ментальная модель проектирования баз данных

Fig. 1. Database design mental model

### Шаг 7. Процедурная информация.

Процедурной информацией в 4С/ID называется та вспомогательная информация, которой должен быть обеспечен обучающийся перед началом решения задачи. В рассматриваемой теме эта информация представляет собой определенные инструкции для выполнения наиболее трудных этапов проектирования базы данных.

Обычно наиболее сложными для понимания обучающимися являются следующие действия:

- выделение сущностей предметной области;
- выявление наличия связи между сущностями;
- определение вида связи;
- понимание различия между определением вида связи и построением связи;
- определение второй и третьей нормальной форм, а также выявление их нарушения.

Поэтому обучающийся перед началом решения задачи должен иметь следующие вспомогательные материалы: чек-лист для выявления сущностей, правило выявления наличия связи между сущностями, алгоритм определения вида связи, чек-лист для выявления первичного ключа, правила построения связей в соответствии с их видами, правила проверки на выполнение второй и третьей нормальных форм.

### Шаг 8. Когнитивные правила.

Когнитивные правила задают строгие формальные инструкции для выполнения действий на предыдущем шаге 7. Большинство преподавателей считают их очевидными или интуитивно понятными, но для обучающихся они представляют трудности.

**Когнитивное правило 1. «Чек-лист для выявления сущности»**

Классическое определение сущности звучит весьма неясно.

Сущностью называется абстрактное понятие, которое объединяет много объектов предметной области, имеющих одинаковые свойства.

Обучающиеся часто с самого начала неверно интерпретируют понятие «сущность» и не понимают смысла этого определения. Поэтому перед решением задачи на выделение сущностей целесообразно дать обучающимся чек-лист в виде карточки, который позволит проверить, можно ли считать объект сущностью (рис. 2).

#### Чек-лист для выявления сущностей

Для того чтобы определить, является ли объект предметной области сущностью, необходимо проверить истинность двух утверждений:

1. Таких объектов в предметной области много.
2. Все эти объекты можно назвать одним обобщающим словом.

Рис. 2. Чек-лист для выявления сущностей

Fig. 2. Entity detection checklist

**Пример 1.** Необходимо определить, является ли сущностью предметной области «Отдел кадров» объект «Сотрудник».

**Вопрос 1.** Сотрудник один или их много? Сотрудников много, первое утверждение истинно.

**Вопрос 2.** Можно ли назвать всех конкретных сотрудников одним обобщающим словом? Можно, фактически это уже сделано. Это слово «сотрудник» или «персона».

Следовательно, «сотрудник» — это сущность.

**Пример 2.** Является ли сущностью предметной области «Поликлиника» объект «Регистратура»?

Ответ на эту задачу студентам часто кажется неочевидным, и они утверждают, что «Регистратура» является сущностью.

**Вопрос.** Регистратура в поликлинике одна или их много? Регистратура всегда одна. Ответ на первый вопрос отрицательный.

Следовательно, объект «Регистратура» не может быть сущностью.

**Когнитивное правило 2. «Правило выявления связи»**

Ответ на вопрос: «Есть ли связь между двумя сущностями?» — также неочевиден для студентов. Поэтому следует акцентировать внимание на выполнении следующего формального правила: если можно подобрать глагол, которым описывается отношение между двумя сущностями через предложение со структурой, включающей подлежащее, сказуемое, дополнение, то связь между сущностями есть. Если такой глагол подобрать невозможно, то связи нет.

**Вопрос.** Есть ли связь между сущностями «Врач» и «Пациент» в предметной области «Поликлиника»?

Предложение можно построить так, как показано на рисунке 3.

Пациент посещает врача

Рис. 3. Проверка наличия связи

Fig. 3. Connectivity checking

Очевидно, что в данном случае можно использовать глагол «посещает» и предложение звучит естественно. Следовательно, связь есть.

**Когнитивное правило 3. «Алгоритм определения типа связи»**

Для обучающихся именно этот шаг является самым неочевидным, потому что он не формализован в традиционных курсах баз данных. В данной статье предлагается следующий алгоритм.

- Напишите два предложения, которые описывают связь между сущностями согласно шаблону, показанному на рисунке 3. Первое предложение должно описывать связь с позиции первой сущности, второе — с позиции второй сущности. Подлежащие обоих предложений должны начинаться только со слова «один» («одна», «одно», «в одном»). Дополнение может начинаться либо со слова «один», либо со слова «много».
- Выделите числительные, с которых начинается дополнение, рамкой, как показано на рисунке 4.

Один (1-я сущность) ..... **один/много** (2-я сущность)  
Один (2-я сущность) ..... **один/много** (1-я сущность)

Рис. 4. Шаблон описания взаимодействия сущностей

Fig. 4. Entity detection checklist

Выделенная часть и будет названием вида связи.

**Пример 1.** Какой вид связи между сущностями «Врач» и «Пациент»?

На рисунке 5 показано применение шаблона, из которого сразу определяется вид связи «много ко многим».

Один пациент посещает **многих** врачей.  
Один врач принимает **многих** пациентов.

Рис. 5. Применение шаблона на примере

Fig. 5. Template application example

Данное когнитивное правило особенно ценно своей простотой и безошибочным результатом.

**Когнитивное правило 4. «Чек-лист для выявления первичного ключа»**

В конечном счете каждая сущность превратится в таблицу базы данных, а атрибуты сущности станут полями этой таблицы. Для определения, может ли быть поле (или комбинация полей) первичным ключом, обучающимся предлагается карточка с чек-листом (рис. 6).

Чек-лист для выявления первичного ключа

Поле (или комбинация полей) может быть выбрано в качестве первичного ключа, если оно удовлетворяет одновременно двум условиям:

1. Его значение непусто для всех записей.
2. Не может быть двух записей с одинаковым значением этого поля.

Рис. 6. Чек-лист для выявления первичного ключа

Fig. 6. Checklist for primary key identification

Например, может ли быть комбинация полей «Серия паспорта» и «Номер паспорта» первичным ключом? Если в базе данных присутствуют дети до 14 лет, то очевидно, что первое условие чек-листа не выполняется, так как у детей оба поля будут пустыми. Второе условие для взрослых людей будет выполняться, так как комбинация серии и номера паспорта уникальна. Поэтому данная комбинация не может быть первичным ключом.

**Когнитивное правило 5. «Три правила построения связей»**

Обучающиеся должны понять разницу между выявлением типа связи и непосредственным построением связи в соответствии с типом. Часто на первых этапах обучения разница между этими понятиями неочевидна.

Строить связь можно только после того, как уже был выявлен ее тип при помощи алгоритма на втором этапе проектирования.

Для этого предлагаются следующие три правила.

**Правило построения связи типа «один ко многим».** Для построения связи типа «один ко многим» первичный ключ таблицы с ограничением «один» переносится в таблицу с ограничением «много». Но здесь он уже не будет играть роль первичного ключа, а станет обычным полем (или полями, если он составной) и будет называться *внешним ключом*.

**Правило построения связи типа «много ко многим».** Для построения связи типа «много ко многим» создается дополнительная ассоциирующая таблица, а первичные ключи двух исходных таблиц переносятся в нее в качестве внешних ключей.

**Правило построения связи типа «один к одному».** Для построения связи типа «один к одному» первичный ключ одной таблицы переносится в другую также в качестве первичного ключа.

Например, если на втором этапе проектирования уже было определено, что между сущностями «Врач» и «Пациент» имеется связь типа «много ко многим», то теперь можно применить правило именно для этого вида связи и создать ассоциирующую таблицу «Посещение врача».

#### **Когнитивное правило 6. «Нормальные формы»**

Это когнитивное правило на самом деле подразумевает три когнитивных правила для проверки таблиц на соответствие первой, второй и третьей нормальным формам реляционной теории [20].

**Первая нормальная форма.** Значения всех полей должны быть атомарными, т. е. не содержащими списков и перечислений.

Обычно с определением первой нормальной формы у обучающихся не возникает проблем, и уже при выполнении первых тренировочных заданий они корректно выделяют атрибуты сущностей с учетом атомарности.

Но определения второй и третьей нормальных форм в их математической формулировке воспринимаются с затруднениями. Поэтому вводить их целесообразно поэтапно.

**Вторая нормальная форма.** Таблица находится во второй нормальной форме, если все ее неключевые поля зависят от целого первичного ключа, а не от его части.

На первых этапах обучающиеся еще не умеют работать с составным первичным ключом и не понимают смысл этого определения. Поэтому необходимо давать также упрощенное определение второй нормальной формы в следующей формулировке.

**Вторая нормальная форма (упрощенная формулировка).** Если таблица имеет одиночный первичный ключ, то для выполнения второй нормальной формы достаточно, чтобы все остальные неключевые поля соответствовали атрибутам именно этой сущности. Тогда они автоматически будут зависеть от

целого первичного ключа (ввиду отсутствия у него частей).

Таким образом, для того чтобы в таблице с одиночным первичным ключом выполнялась вторая нормальная форма, необходимо просто на первом этапе проектирования корректно выделить сущность и ее атрибуты.

И только после отработки в рамках частичной практики упражнений на проверку соответствия второй нормальной форме в упрощенной формулировке следует переходить к задачам с использованием составного первичного ключа.

**Третья нормальная форма.** Таблица не должна содержать неключевые поля, которые зависят от других неключевых полей.

Здесь также требуется отработка навыка нахождения нарушений третьей нормальной формы. Кроме того, следует обратить внимание, что если в таблице была нарушена вторая нормальная форма и был составной первичный ключ, то замена составного первичного ключа искусственным одиночным не решит проблему, а приведет к нарушению уже не второй, а третьей нормальной формы.

#### **Когнитивное правило 7. «Нормализация»**

Нарушение любой из нормальных форм означает, что при проектировании была пропущена сущность. Атрибутами этой сущности являются именно те атрибуты, которые вызвали нарушение нормальной формы. Поэтому для нормализации необходимо выделить пропущенную сущность и установить ее связи с уже выделенными сущностями.

#### **Шаг 9. Предварительные знания.**

На этом шаге определяется информация, которую обучающийся должен знать до того, как начнет выполнять то или иное когнитивное правило.

Так как проектирование баз данных чаще всего требуется для решения учетных задач в хозяйственной деятельности предприятий и организаций, желательно, чтобы у обучающихся было общее представление о документах, которые используются при проведении хозяйственных операций, и о внешнем виде бланков этих документов.

#### **Шаг 10. Частичная практика.**

Согласно дереву составных навыков (табл. 2) часть навыков требует отработки до автоматизма. Для этого необходимо разработать ряд тренировочных упражнений, направленных на отработку следующих навыков:

- выявление сущностей и определение видов связей между ними;
- построение связи согласно выявленному типу;
- проверка на выполнение второй нормальной формы в упрощенной и обычной формулировках;
- нормализация до второй нормальной формы;
- проверка на выполнение третьей нормальной формы;
- нормализация до третьей нормальной формы.

## 4. Выводы

Использование 4C/ID позволило разработать практикоориентированную методику преподавания проектирования баз данных. Ее применение показало достаточно высокую скорость освоения обучающимися всех требуемых навыков без глубокого погружения в математические основы теории реляционных баз данных. В то же время методика обучает действовать в соответствии с очень четкими формальными правилами, которые полностью согласованы с математической основой. Такой подход, с одной стороны, делает сам процесс проектирования баз данных строго формализованным и универсальным, а с другой — создает условия для быстрого освоения требуемых навыков.

### Список источников / References

1. Hamzah M. L., Rukun K., Rizal F., Purwati A. A. A review of increasing teaching and learning database subjects in computer science. *Espacios*. 2019;(40(26)). Available at: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n26/19402606.html>
2. Mitrovic A., Suraweera P. Teaching database design with constraint-based tutors. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2015;26(1):448–456. DOI: 10.1007/s40593-015-0084-6
3. Светлов А. В. Особенности методики преподавания курса «Базы данных» для направления подготовки бакалавриата «Прикладная информатика». *Вестник ВолГУ. Серия 6: Университетское образование*. 2012;(13):74–79. [Svetlov A. V. Essentials of the teaching the database for undergraduate students in applied informatics. *Vestnik VolGU. Seriya 6. University Education*. 2012;(13):74–79. (In Russian.)]
4. Титовская Н. В., Титовский С. Н. Методика обучения будущих IT-специалистов проектированию и разработке баз данных на основе интерактивного подхода. *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева*. 2019;(4(50)):75–87. [Titovskaya N. V., Titovskiy S. N. Technique of teaching design and development of databases to future information technology experts. *Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev*. 2019;(4(50)):75–87. (In Russian.). DOI: 10.25146/1995-0861-2019-50-4-164]
5. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж. Д., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. М.: Вильямс; 2017. 1088 с. [Garcia-Molina H., Ullman J. D., Widom J. Database systems: The complete book. Moscow: Williams; 2017. 1088 p. (In Russian.)]
6. Карпова И. П. Базы данных СПб.: Питер; 2013. 240 с. [Karpova I. P. Databases. St. Petersburg, Piter; 2013. 240 p. (In Russian)]
7. Храмов В. Ю. Алгоритм синтеза схемы реляционной базы данных на основе функциональных зависимостей. *Информация и космос*. 2009;(1):93–101. [Khratov V. Yu. Algorithm for synthesizing a relational database schema based on functional dependencies. *Information and Space*. 2009;(1):93–101. (In Russian.)]
8. Brown A. H., Green T. D. The Essentials of instructional design: Connecting fundamental principles with process and practice. 3rd ed. New York, Routledge; 2016. 232 p.

9. Francom G. M. Principles for task-centered instruction. In C. M. Reigeluth, B. J. Beatty, & R. D. Myers (Eds.). *Instructional design theories and models: The learner-centered paradigm of education*. New York, Routledge; 2017;(4):65–91. DOI: 10.4324/9781315795478

10. Richards J. C. Curriculum approaches in language teaching: Forward, central, and backward design. *RELC Journal*. 2013;44(1):5–33. DOI: 10.1177/0033688212473293

11. Wiggins G., McTighe J. The understanding by design guide to creating high-quality units. Alexandria, Virginia USA, ASCD; 2011.

12. Frerejean J., Van Merriënboer J. J. G., Kirshner P. A., Roex A. Designing instruction for complex learning: 4C/ID in higher education. *European Journal of Education*. 2019;54(4):513–524. DOI: 10.1111/ejed.12363

13. van Merriënboer J. J. G., Kirschner P. A. Ten steps to complex learning. a systematic approach to four component instructional design. 2nd ed. London, Routledge; 2012. DOI: 10.4324/9780203096864

14. van Merriënboer J. J. G., Kester L., Paas F. Teaching complex rather than simple tasks: Balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. *Applied Cognitive Psychology*. 2006;(20):343–352. DOI: 10.1002/acp.1250

15. van Merriënboer J. J. G., Gros B., Niegemann H. Instructional design in Europe: Trends and issues. In R. C. Reiser, J. V. Dempsey (Eds.). *Trends and Issues in Instructional Design and Technology*. 4th ed. 2018:192–198.

16. Kirchner P. A., Sweller J., Clark R. E. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*. 2006;41(2):75–86. DOI: 10.1207/s15326985ep4102\_1

17. Marcellis M., Barendsen E., van Merriënboer J. J. G. Designing a blended course in android app development using 4C/ID. *The 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*; 2018:1–5. DOI: 10.1145/3279720.3279739

18. Pontes T., Miranda G., Celani G. Algorithm-aided design with Python: Analysis of technological competence of subjects. *Education Sciences*. 2018;8(4). DOI: 10.3390/educsci8040200

19. Chen P. The entity-relationship model — toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems*. 1976;1(1):9–36. DOI: 10.1145/320434.320440

20. Codd E. F. Extending the database relational model to capture more meaning. *ACM Transactions on Database Systems*. 1979;(4):397–434. DOI: 10.1145/320107.320109

### Информация об авторе

Литвак Елена Геннадиевна, канд. экон. наук, доцент кафедры информационных технологий, Донецкая академия управления и государственной службы при Главе Донецкой Народной Республики, г. Донецк, Донецкая Народная Республика; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9123-5053>; e-mail: [altrt@yandex.ru](mailto:altrt@yandex.ru)

### Information about the author

Elena G. Litvak, Candidate of Science (Economy). Assistant Professor at the Department of Information Technologies, Donetsk Academy of Management and Public Administration under the Head of Donetsk People's Republic, Donetsk, The Donetsk People's Republic; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9123-5053>; e-mail: [altrt@yandex.ru](mailto:altrt@yandex.ru)

Поступила в редакцию / Received: 02.06.2022.

Поступила после рецензирования / Revised: 11.07.2022.

Принята к печати / Accepted: 02.08.2022.

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63

# АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ ВЗАИМОСВЯЗИ УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ И ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА

В. И. Токтарова<sup>1</sup> ✉, О. Г. Попова<sup>1</sup><sup>1</sup> *Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия*

✉ toktarova@yandex.ru

## Аннотация

Цифровизация является одним из ключевых факторов развития современной системы образования. Использование в образовательном процессе цифровых сквозных технологий ведет к накоплению большого количества данных о поведении и результатах обучения студентов в цифровой образовательной среде, анализ которых позволит повысить эффективность и качество их обучения. В статье проанализирована взаимосвязь между успешностью обучения и поведением студентов в цифровой образовательной среде вуза на основе методов образовательной аналитики. При проведении исследования были использованы теоретические, эмпирические и математические методы. Приведены определение образовательных данных, их целевое назначение. Описаны группы методов анализа образовательных данных, рассмотрены примеры применения моделей на их основе в образовательной сфере. Разработана и продемонстрирована модель взаимосвязи итоговой оценки студента и его активности / поведения при обучении на примере онлайн-курса по программированию, размещенного на платформе LMS Moodle. Анализ зависимости проводился как по отдельным показателям, так и по их совокупности. В результате были выделены действия студента, в наибольшей степени влияющие на итоговую оценку. Модель может быть применена для прогноза успешности обучения студентов в цифровой образовательной среде на основе их активности и образовательных результатов с целью повышения эффективности управления процессом обучения в вузах.

**Ключевые слова:** методы анализа данных, цифровая образовательная среда, анализ образовательных данных, регрессионный анализ, образовательные данные, студент, вуз.

## Для цитирования:

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. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63

# AN ANALYSIS OF EDUCATIONAL DATA ON THE CORRELATION BETWEEN LEARNING SUCCESS AND STUDENTS' BEHAVIOR IN THE UNIVERSITY DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

V. I. Toktarova<sup>1</sup> ✉, O. G. Popova<sup>1</sup><sup>1</sup> *Mari State University, Yoshkar-Ola, The Mari El Republic, Russia*

✉ toktarova@yandex.ru

## Abstract

Digitization is one of the key factors in the development of the modern educational system. Using end-to-end digital technologies in the educational process leads to the accumulation of a large amount of data on students' behavior and learning outcomes in the digital educational environment. The analysis of these data will enable educators to improve the efficiency and quality of students' learning. The article analyzes the correlation between learning success and students' behavior in the university digital educational environment employing the methods of educational analytics. The research relied on theoretical, empirical, and mathematical methods. We provided a definition of educational data and explain their intended purpose. Next, we described the methods used to analyze educational data and gave examples of applying models based on them in the education sector. We developed and demonstrated a model of the correlation between students' final grades and their activity during university training using the example of an online programming course hosted on the Moodle LMS platform. Impact analysis was carried out both for individual indicators and for their combination. As a result, the research has identified a student's actions that create the most significant impact on the final score. The model can be used to predict students' learning success in the digital educational environment based on their activity and learning outcomes in order to improve the managerial effectiveness of the learning process at universities.

**Keywords:** data analysis methods, digital learning environment, educational data analysis, regression analysis, educational data, student, higher education institution.

## For citation:

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.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63

© Токтаров В. И., Попова О. Г., 2022

## 1. Введение

Массовая цифровизация, происходящая в современном мире, коснулась и сферы образования. Суть цифровой трансформации состоит в эффективном и гибком применении новейших сквозных цифровых технологий в образовательной области с целью перехода к персонализированному и ориентированному на результат процессу обучения. Значительное число инициатив и планов относительно цифровизации образования нашло отражение в федеральном проекте «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [1], Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации [2], согласно которой развитие дистанционных образовательных технологий и электронного обучения является обязательной составляющей формирования информационного пространства знаний.

В настоящее время для организации электронного обучения многие высшие учебные заведения используют системы управления обучением (Learning Management System, LMS) — платформы или программные приложения, предназначенные для интеграции инструментов обучения, администрирования, управления и распространения образовательных и информационных материалов, формирования аналитики и отчетности [3]. LMS предоставляют рабочее пространство для обучения, обмена информацией и коммуникации между участниками образовательного процесса. К преимуществам их использования можно отнести и накопление информации о поведении, траектории и результатах обучения как каждого студента, так и группы в целом.

Одной из популярных LMS, используемой в российских вузах, является Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) — модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения с открытым исходным кодом, используемая для создания веб-сайтов поддержки учебного процесса и дистанционного образования [4]. Основными преимуществами LMS Moodle являются: наличие встроенной системы разработки курсов, которая способна реализовывать большое количество педагогических технологий; формирование персонального пространства для каждого пользователя; реализация индивидуальной образовательной траектории; функциональность и открытость исходного кода; наличие подробной документации и др. Среда позволяет получить информацию для анализа образовательных данных: о времени доступа к курсу, длительности обучения на курсе / модуле / теме, сообщениях на форумах и в чатах, выполненных заданиях и др. [5].

*Образовательные данные* — это информация об учебных результатах обучающихся, развитии образовательных систем, условиях образования (образовательных программах, особенностях образовательной среды, образовательных методиках и др.) [6].

Все участники образовательного процесса заинтересованы в его максимальной эффективности [7]. Обучающиеся стремятся улучшить свою успеваемость, для этого им нужно получать рекомендации и своевременную обратную связь по усвоению учебных дисциплин, построению индивидуальных образовательных траекторий. Преподавателям важно понимание поведенческих, когнитивных, социальных аспектов субъектов учебного процесса для выбора и применения определенных методов и приемов обучения. Развитие электронного обучения предъявляет новые требования к организации и повышению качества учебно-методического процесса.

Образовательные данные могут применяться для принятия организационно-педагогических и управленческих решений в образовании. Для этого необходимы сбор и анализ большого количества данных об образовательном процессе на всех этапах обучения [8]. Анализ образовательных данных (*Educational Data Mining*) — это направление исследований, которое связано с применением методов интеллектуального анализа данных, машинного обучения и статистики к информации, производимой образовательными учреждениями. Анализ образовательных данных (АОД) позволяет выявить результативность обучения студентов на каждом этапе и сделать его эффективнее. Выделяют следующие цели анализа образовательных данных [9]:

- прогнозирование поведения обучающегося посредством создания модели обучающегося, включающей информацию о его знаниях, способностях, поведении, мотивации и других индивидуальных характеристиках;
- разработка новых способов представления учебной информации, соответствующих выявленным познавательным способностям студентов;
- изучение взаимодействия «преподаватель — студент», обеспечение обратной связи, рекомендаций и др.

Большое количество работ в области анализа образовательных данных посвящено анализу логов (журналов регистрации действий пользователя) LMS для поиска взаимосвязи между показателями, чаще всего влияющими на различные показатели успеваемости. На онлайн-курсах студенты сами управляют своим временем, выполняя задания тогда, когда им удобно. При этом они самостоятельно должны организовать учебный процесс так, чтобы выполнить задания вовремя и при этом максимально усвоить учебный материал, что, к сожалению, эффективно получается не у всех студентов. В этом случае по результатам анализа данных журнала LMS можно судить о причинах неудачного или успешного прохождения курса студентом и прогнозировать его дальнейшее поведение. Такие данные могут быть использованы как для поддержки студентов в ходе их обучения, так и для корректировки учебного курса.

Доказано, что поведение студентов в рамках обучения на онлайн-курсах влияет на результаты обу-

чения. Так, в работе [10] авторами была вычислена корреляция между поведением студентов в электронной образовательной среде и его эффективностью. В работе использованы такие показатели, как пол и возраст студентов, курс, специальность, уровень подготовки, фактическое время обучения, количество публикаций, оценки за домашние задания и за экзамен, итоговая оценка. На основе методов корреляции авторы пришли к заключению, что каждое действие обучающихся влияет на эффективность их обучения. Важным фактором повышения результативности обучения на рассматриваемых онлайн-курсах стало выполнение домашнего задания, поэтому были предложены рекомендации уделить большее внимание самостоятельной работе, степени сложности заданий и контролю за их выполнением.

В работе [11] исследователи группировали студентов по продолжительности активности в электронной среде и по типам действий, учитывались поведение слушателей на онлайн-курсе, их успеваемость, завершенность / незавершенность курса. К данным о поведении на курсе относились вид используемого учебного ресурса (лекция, видеолекция), выполнение практических заданий, посещение форума и др. Для поиска модели, учитывающей длительность активности, применялись методы кластеризации. Выяснилось, что у обучающихся, успешно освоивших курс, наблюдались более частые и продолжительные сеансы работы на протяжении всего курса. Кроме того, было обнаружено, что распределение сеансов является значимым показателем наличия у студентов сформированных навыков, связанных с управлением временем.

Авторы исследования [12] прогнозировали успеваемость студентов в смешанной учебной среде, основываясь на следующих показателях: общее проведенное время в системе, частота входа в учебную среду, регулярность интервала посещения, количество посещений, количество публикаций на форумах. Анализ был проведен при помощи множественного линейного регрессионного анализа и метода Random Forest. Была доказана зависимость используемых моделей от типа смешанного обучения. В случае курса смешанного обучения, основанного на активных обсуждениях субъектов обучения в форумах и чатах, достижения студентов можно трактовать с помощью модели линейного множественного регрессионного анализа. Но в случае курса смешанного обучения, построенного на основе лекций (ознакомление с теоретическим материалом, самостоятельное выполнение и загрузка заданий), модель линейного множественного регрессионного анализа неприемлема для прогнозирования. Исследователи пришли к выводу, что модели прогнозирования должны строиться в зависимости от типов смешанного обучения.

Таким образом, цель нашего исследования — выявление взаимосвязей между успешностью обучения и поведением студентов в цифровой образовательной среде вуза на основе множественной регрессионной модели.

## 2. Методы

Методологическую базу исследования составляет комплекс методов: теоретические (анализ нормативных источников, системный, структурно-функциональный и сравнительно-сопоставительный анализ; контент-анализ, синтез, систематизация, дедукция, индукция, прогнозирование); эмпирические (наблюдение, анкетирование, тестирование, экспертная оценка, педагогический эксперимент); математические (корреляционный анализ, регрессионный анализ, методы математической статистики, математическое моделирование, Data Mining).

Основные методы анализа образовательных данных можно разделить на три группы [13]:

- *методы прогнозирования*: построение модели, предсказывающей значение зависимой переменной по значениям независимых переменных. К таким методам относятся алгоритмы классификации (если выходная переменная имеет конечный дискретный набор значений), регрессии (если выходная переменная имеет непрерывные значения). Например, исследуя доступ к учебным материалам и результатам студентов, можно предсказать, какую оценку будет иметь другой студент со схожей активностью на курсе;
- *методы обнаружения структуры*, к которым относятся алгоритмы кластеризации. Кластеризация является продолжением идеи классификации, но ее особенность состоит в том, что классы изначально не определены. К примеру, в результате кластеризации студенты могут быть объединены в группы по каким-либо схожим признакам;
- *методы выявления взаимосвязей*: построение модели, устанавливающей взаимосвязи между переменными. К данной группе методов относятся корреляционный анализ, поиск связующих правил и последовательных шаблонов. Например, можно выявить связь между посещением онлайн-занятий и успешным прохождением курса.

Исследованиям в области анализа данных посвящены работы многих зарубежных и отечественных ученых. Среди них С. И. Барцев, П. П. Белоножко, Н. Вапник, П. Дж. Вербос, А. И. Галушкин, А. Н. Горбань, Ю. И. Журавлев, А. П. Карпенко, М. Мински, А. Б. Новиков, В. А. Охонин, С. Пайперт, Н. И. Потанин, К. В. Рудаков, В. Н. Сосницкий, Б. Уидроу, О. А. Фиофанова, Дж. Хопфилд и др. Большой вклад в разработку подходов к решению проблем анализа образовательных данных внесли Р. Бейкер, П. Л. Брусилковский, С. Вентура, К. А. Вилкова, У. С. Захарова, Л. С. Лисицына, Х. Ромеро, И. Д. Рудинский и др. Анализу успеваемости при использовании цифровой образовательной среды посвящены работы Л. В. Легашева, Д. И. Парфенова, А. Б. Шухмана, J. H. Kim, L. Liu, H. Ma, Y. Park, J. Song, J. Yao и др.

### 3. Результаты

Переход образования в цифровой формат привел к существенным изменениям организации образовательного процесса [19], где одним из факторов успешного обучения студента является управление образовательным процессом: мониторинг работы студентов в цифровой образовательной среде и электронных образовательных платформах, корректировка траекторий обучения на основе анализа цифрового следа и др. [20].

В рамках проведенного экспериментального обучения нами были использованы данные о действиях и результатах обучения студентов Института цифровых технологий (ИЦТ) по курсу «Программирование», размещенному в электронной информационно-образовательной среде вуза (<https://elearning.marsu.ru/>) (рис. 1). Выбор данной дисциплины обосновывается тем, что программирование является базовым курсом для обучения студентов направлений подготовки ИЦТ. Эффективность и качество усвоения учебного материала курса влияют на освоение студентами программы последующих дисциплин, а также их профессиональную успешность в дальнейшем. На основе результатов анализа выбранного курса можно прогнозировать успешность обучения студентов на курсах и по другим дисциплинам со схожей структурой.

Для изучения взаимосвязи между итоговой оценкой по курсу и поведением студента на курсе были использованы следующие переменные: идентификационный номер студента, итоговая оценка, количество обращений к форуму, количество переходов к чату, общее время, проведенное в системе (в мин), количество кликов по теории каждой из пяти тем, количество кликов по каждому заданию, оценки за все задания. Количество кликов по форуму и чату были объединены в один показатель, так как на данном курсе названные элементы выполняли идентичную роль. Всего в эксперименте приняли участие 231 студент.

Процесс анализа образовательных данных (АОД) состоял из следующих этапов [9]:

- 1) предварительная обработка данных;
- 2) выявление закономерностей в данных;
- 3) проверка обнаруженных закономерностей;
- 4) применение найденных закономерностей для прогнозирования;
- 5) использование полученных прогнозов для принятия решений и выработки образовательной политики.

На первом этапе АОД была проведена предварительная обработка данных, после которой в рассмотрении остались показатели 226 студентов. Были рассчитаны их описательные статистики (табл.).

Здесь основные действия студента — это *клики* по элементам курса, т. е. переходы к определенному разделу курса в электронной среде. Так, клики по теории — открытие студентом онлайн-лекции, содержащей теорию по определенной теме. Студент может обращаться к лекции как в начале изучения темы, так и при выполнении практического задания. Клики по заданию — переход к элементу курса, который содержит учебное задание по теме. Например, студент может открыть задание для ознакомления, выполнения и / или последующей самопроверки. Всего в данном курсе пять тем. Количество кликов по теории и заданиям каждой темы рассмотрено отдельно. Из таблицы видно, что в среднем каждый студент провел в системе 420,99 мин. За задания по темам 2 и 5 нет оценки «2» ни у одного студента, при этом количество кликов по заданию и теории по этим темам существенно не отличается от количества кликов по другим темам (в среднем 7–11 раз студенты открывали лекцию по каждой теме и 8–10 раз переходили к заданию).

Визуализация данных позволяет сделать быстрый обзор показателей, лежащих в основе разведочного анализа. Из данной матрицы корреляции признаков (рис. 2) видно, что корреляция между признаками существует. Наиболее сильное влияние на итоговую оценку оказывают оценки за задания

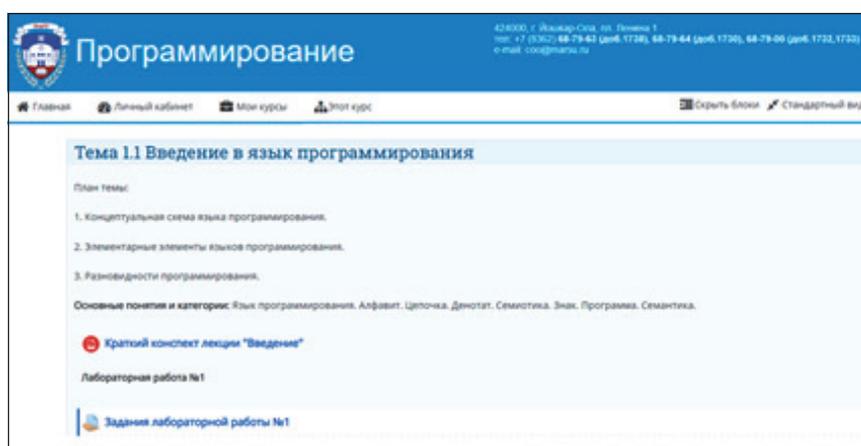


Рис. 1. Фрагмент курса «Программирование», размещенного в электронной информационно-образовательной среде вуза  
Fig. 1. Fragment of the “Programming” course posted in the electronic information educational environment of the university

## Описательные статистики

## Descriptive statistics

	Среднее	Стандартное отклонение	Минимальное	25 %	50 %	75 %	Максимальное
Итоговая оценка	4.319	0.680	2.800	4.000	4.600	4.800	5.000
Клики по форуму и чату	6.628	3.610	0.000	4.000	7.000	10.000	17.000
Время в системе (в мин)	420.987	191.879	123.300	216.600	428.900	568.400	852.100
Клики по теории темы 1	10.522	4.101	1.000	8.000	10.000	14.000	25.000
Клики по заданию темы 1	8.487	5.702	1.000	3.000	8.000	14.000	20.000
Оценка по теме 1	4.310	0.778	2.000	4.000	4.000	5.000	5.000
Клики по теории темы 2	7.788	5.697	1.000	4.000	6.000	9.000	25.000
Клики по заданию темы 2	8.310	5.217	1.000	4.000	8.000	11.000	30.000
Оценка по теме 2	4.345	0.727	3.000	4.000	4.000	5.000	5.000
Клики по теории темы 3	9.310	4.841	0.000	6.000	8.000	11.000	25.000
Клики по заданию темы 3	7.372	3.949	1.000	4.000	7.000	10.000	18.000
Оценка по теме 3	4.310	0.778	2.000	4.000	4.000	5.000	5.000
Клики по теории темы 4	7.929	3.766	1.000	6.000	8.000	9.000	18.000
Клики по заданию темы 4	8.442	4.026	2.000	5.000	9.000	10.000	18.000
Оценка по теме 4	4.265	0.789	2.000	4.000	4.000	5.000	5.000
Клики по теории темы 5	9.814	3.527	3.000	7.000	9.000	13.000	17.000
Клики по заданию темы 5	10.106	4.115	2.000	7.000	10.000	12.000	22.000
Оценка по теме 5	4.363	0.767	3.000	4.000	5.000	5.000	5.000

и общее время, проведенное на курсе. Существует заметная корреляция между итоговой оценкой и кликами по заданию 4 и по теории темы 5. Умеренная корреляция существует между итоговой оценкой и следующими показателями: количество кликов по форуму и чату, количество кликов по заданию 1, количество кликов по теории темы 2, количество кликов по заданию 3, количество кликов по теории 4 и заданию 5. Между количеством кликов по заданию 2 и итоговой оценкой корреляция слабая.

Существует также сильная корреляция между временем, проведенным в системе, и оценками за каждое задание. Наиболее сильно коррелирующие переменные были вынесены в отдельную матрицу (рис. 3).

Существует заметная корреляция (0.65) между количеством кликов по заданию темы 4 и соответствующей оценкой, а также между количеством кликов по теории темы 5 и оценкой по данной теме (0.54). Между остальными показателями количества кликов по теории и заданиям по определенным темам и полученными оценками также существует умеренная или слабая связь. Причем в большинстве случаев многократный доступ к теории имеет боль-

шую связь с итоговой оценкой, чем изучение текста задания.

Оценка наиболее востребованных элементов курса на основе анализа количества кликов показала их несущественное распределение: меньше всего пользователи обращались к заданию по теме 3 и к теории по теме 2, а больше всего — к теории по теме 1 и к теории и заданию по теме 5. Как видно из матрицы корреляции (рис. 2), итоговая оценка также имеет наибольшую зависимость от оценки по теме 5. Можно судить о том, что данная тема показала студентам наиболее сложной, или о том, что они наиболее ответственно подошли к выполнению последнего задания, чтобы увеличить свой итоговый балл. Количество кликов по всем заданиям и всей теории примерно одинаковое, однако количество кликов по теории незначительно превышает количество кликов по заданиям.

Рассмотрим среднее время в минутах, которое проводили студенты, получившие оценки «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично» (рис. 4).

Из гистограммы видно, что те, кто получил оценку «отлично», почти в два раза больше находились на курсе, чем те, кто получил оценку «хорошо»,

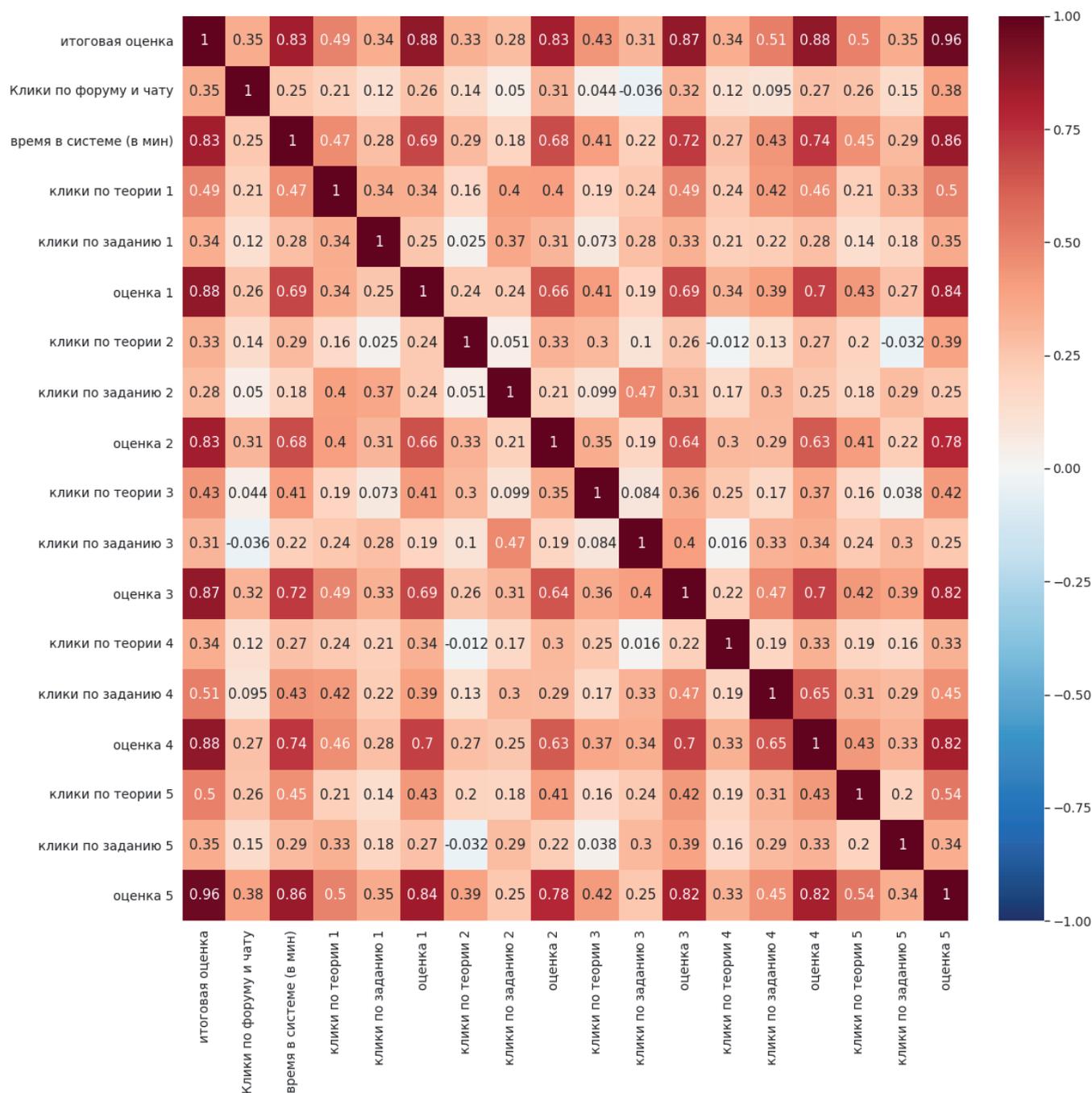


Рис. 2. Матрица корреляции признаков

Fig. 2. Feature correlation matrix

и в 3,4 раза больше, чем студенты с оценкой «удовлетворительно». Студенты с оценками «хорошо» в 1,75 раза больше времени провели в системе, чем студенты, получившие оценку «удовлетворительно». Таким образом, становится ясно, что чем дольше студент изучает учебный материал и выполняет задание, тем выше его балл.

В исследовании рассматривалась и активность посещения форума и чата (рис. 5).

Доля тех, кто заходил на форум и чат курса один раз или менее, составила 9,73 %. Доля тех, кто посещал форум или чат более одного раза, — 90,27 %.

Из гистограммы видно, что среди отличников больше тех, кто посещал форум более одного раза. Чем выше оценка, тем чаще студент открывал сообщения форума и чата. Большинство из тех, кто зашел на форум всего один раз или не посетил его совсем, получили оценку «удовлетворительно», и меньше всего среди них получивших «хорошо». Это объясняет тот факт, что между данным показателем и итоговой оценкой корреляция средняя (0.35).

Для выявления закономерностей данных и для изучения взаимосвязи между итоговой оценкой студента и его пользовательским поведением на курсе

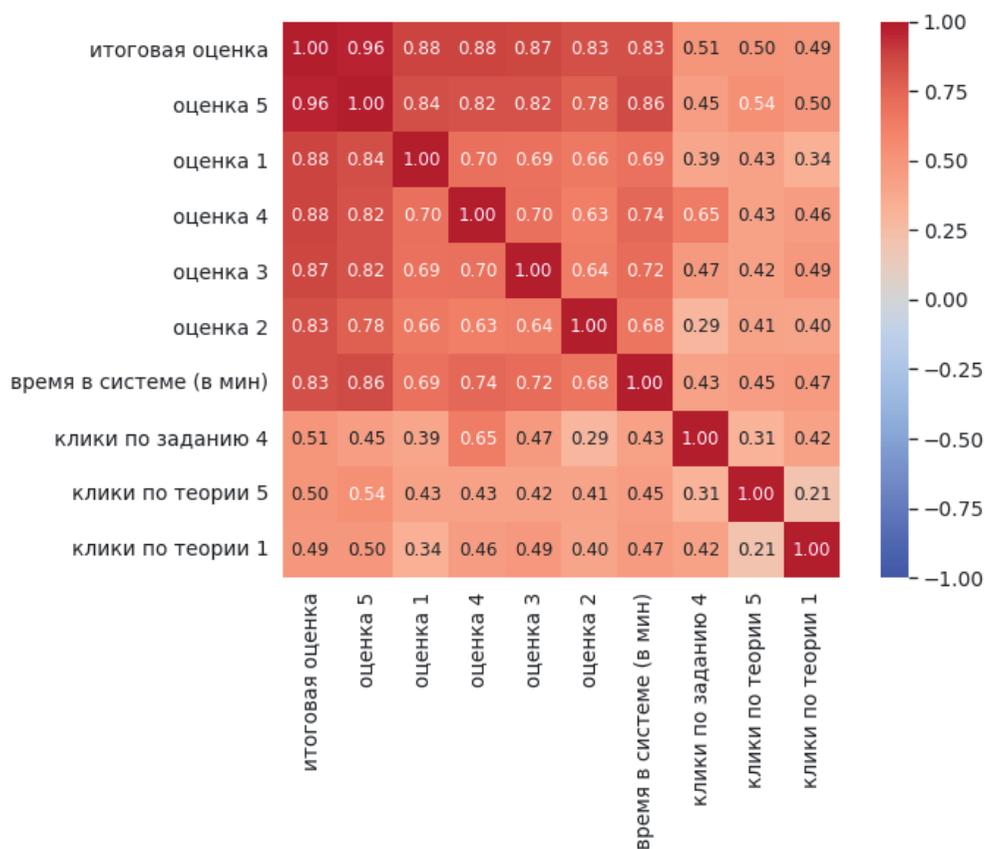


Рис. 3. Матрица корреляции наиболее сильно зависимых переменных

Fig. 3. Correlation matrix of the most strongly dependent variables

в цифровой образовательной среде была проведена множественная регрессия. Оценки по каждой из тем при этом не учитывались. Были использованы следующие факторные признаки:

$x_1$  — общее время, проведенное пользователем в системе;

$x_2$  — количество кликов по форуму и чату;

$x_3$  — количество кликов по теории темы 1;

$x_4$  — количество кликов по заданию темы 1;

$x_5$  — количество кликов по теории темы 2;

$x_6$  — количество кликов по заданию темы 2;

$x_7$  — количество кликов по теории темы 3;

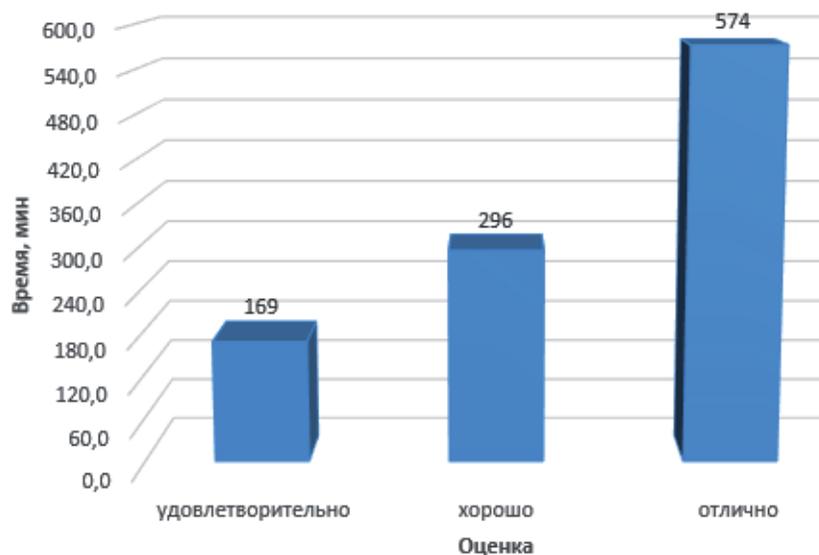


Рис. 4. Итоговая оценка и среднее время, проведенное в электронной информационно-образовательной среде

Fig. 4. Final grade and average time spent in the electronic information educational environment

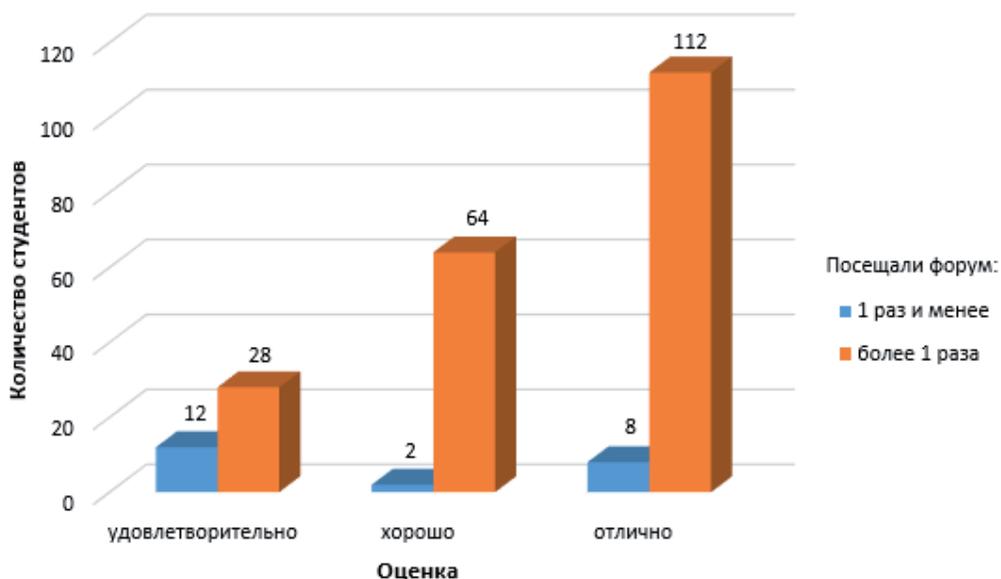


Рис. 5. Зависимость оценки от посещения форума и чата  
 Fig. 5. Dependence of the grade on the forum and chat attendance

- $x_8$  — количество кликов по заданию темы 3;
- $x_9$  — количество кликов по теории темы 4;
- $x_{10}$  — количество кликов по заданию темы 4;
- $x_{11}$  — количество кликов по теории темы 5;
- $x_{12}$  — количество кликов по заданию темы 5.

Данные были разделены на обучающую и тестовую выборки по 80 % и 20 % соответственно.

Прежде чем приступить к построению регрессионной модели, данные были стандартизированы, а также исключено наличие межфакторной корреляции. Было выявлено, что между факторами существует коллинеарность. Для избавления от

мультиколлинеарности был использован метод исключения, в основе которого лежит пошаговое исключение мультиколлинеарных признаков. После избавления от мультиколлинеарности было оставлено пять факторных признаков (рис. 6).

Значимой является t-статистика каждого из факторных признаков, входящих в модель. Это факторы, обозначающие время, проведенное в системе; количество кликов по форуму и чату; количество кликов по теории тем 2 и 4; клики по заданиям тем 4 и 5.  $F_{набл} > F_{табл}$ , следовательно, уравнение в целом является статистически значимым и надежным.



Рис. 6. Переменные, входящие в модель  
 Fig. 6. Variables included in the model

Уравнение множественной регрессии имеет следующий вид:

$$y = 2,6020 + 0,0025x_1 + 0,0236x_2 + 0,0107x_5 + 0,0163x_8 + 0,0274x_9 + 0,0128x_{12}.$$

На обучающих данных коэффициент детерминации  $R^2$  составил 0,760. Данное значение больше 0,7, поэтому модель можно считать качественной. Между факторными переменными и результативной переменной существует линейная связь. Доля дисперсии зависимой переменной (итоговая оценка), объясняемая рассматриваемой моделью, составляет 76 %.

Для проверки обнаруженных закономерностей модель была применена к тестовым данным. Коэффициент детерминации  $R^2$  на тестовых данных незначительно ниже коэффициента на обучающих данных и составляет 0,749.

Средняя квадратическая ошибка  $MSE$  на обучающей выборке составила 0,109, на тестовой — 0,123, что подтверждает качество модели.

#### 4. Обсуждение и выводы

Исследование показало, что между поведением пользователя в рамках обучения на онлайн-курсе в цифровой образовательной среде и его итоговой оценкой существует линейная зависимость. Оценки за задания по каждой из тем оказывают практически одинаковое влияние на итоговую оценку.

В соответствии с анализом количество времени, посвященное изучению учебного материала, а также количество обращений к форуму и чату курса, на которых студент может получить ответы на возникающие в ходе выполнения заданий вопросы или рекомендации по их выполнению, имеют высокую значимость и влияют на успешность прохождения студентом электронного курса.

Исходя из этих выводов, студентам могут быть даны рекомендации о том, что наибольшее внимание стоит уделить изучению темы 2, внимательнее выполнить задания тем 3–5, так как именно от данных элементов курса в наибольшей степени зависит итоговая оценка. Стоит также уделить особое внимание активности на форуме и в чате и больше времени проводить с учебным материалом для его качественного усвоения.

Использование анализа образовательных данных может дать рекомендации студентам по изучению тех или иных тем в ходе прохождения курса. Полученная модель может применяться для дальнейшего прогнозирования эффективности обучения студентов на курсе «Программирование», а также на курсах со схожей структурой после их анализа.

К примеру, студент с показателями  $x_1 = 190$ ,  $x_2 = 2$ ,  $x_5 = 6$ ,  $x_8 = 5$ ,  $x_9 = 5$ ,  $x_{12} = 6$  согласно модели будет иметь итоговую оценку 3,8. Однако если время изучения курса составит не 190, а 300 мин, его предсказываемая оценка будет составлять 4,1. Стоит отметить, что итоговая оценка складывается

из промежуточных оценок и прогноз, построенный моделью, является только рекомендацией для студента по наиболее эффективному изучению курса.

Таким образом, современные инструменты анализа данных позволяют строить модели прогнозирования успешности обучения студентов в цифровой образовательной среде на основе их активности и образовательных результатов для наиболее эффективного управления процессом обучения в высших учебных заведениях.

#### Список источников / References

1. Кадры для цифровой экономики: Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/866/>  
[Personnel for the digital economy: Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation (In Russian.) Available at: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/866/>]
2. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203: «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_216363/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/)  
[Decree of the President of the Russian Federation No. 203 dated 09.05.2017: “On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017–2030”. (In Russian.) Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_216363/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/)]
3. Система управления обучением. Словарь-справочник. АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка», 2012–2022. Режим доступа: <https://sberuniversity.ru/edutech-club/glossary/904/>  
[Learning management system. ANO FVE “Corporate University of Sberbank”, 2012–2022. (In Russian.) Available at: <https://sberuniversity.ru/edutech-club/glossary/904/>]
4. Moodle — Open-source learning platform. Available at: <https://moodle.com/>
5. Мухаметшин Л. М., Салехова Л. Л., Мухаметшина М. М. Использование системы LMS Moodle в современном образовательном процессе. *Филология и культура*. 2019;(2(56)):274–279.  
[Mukhametshin L. M., Salekhova L. L., Mukhametshina M. M. Using the LMS Moodle system in the modern educational process. *Philology and Culture*. 2019;(2(56)):274–279. (In Russian.)]
6. Фиофанова О. А. Smart Big Data в публичных докладах. *Образовательная политика*. 2020;(4(84)):70–77. DOI: 10.22394/2078-838X-2020-4-70-77  
[Fiofanova O. A. Smart Big Data in public reports. *Educational Policy*. 2020;(4(84)):70–77. (In Russian.) DOI: 10.22394/2078-838X-2020-4-70-77]
7. Токтарова В. И. Pedagogical management of learning activities of students in the electronic educational environment of the university: A differentiated approach. *International Education Studies*. 2015;8(5):205–212. DOI: 10.5539/ies.v8n5p205
8. Есин Т. Е., Глухих И. Н. Использование методов интеллектуального анализа данных для получения знаний об образовательном процессе. *Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов*. Тюмень: Тюменский государственный университет; 2017;15(1):139–149.  
[Esin T. E., Glukhikh I. N. Using data mining methods to obtain knowledge about the educational process. *Mathematical and Information Modeling: A Collection of Scientific Papers*. Tyumen: Tyumen State University; 2017;15(1):139–149. (In Russian.)]

9. Белоножко П. П., Карпенко А. П., Храмов Д. А. Анализ образовательных данных: направления и перспективы применения. *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2017;9(4):57.

[Belonozhko P. P., Karpenko A. P., Khratov D. A. Algorithm of rangovy optimization of access to data in information system. *Electronic Scientific Publication of "Naukovedenie"*. 2017;9(4):57. (In Russian.)]

10. Ma H. Y., Yao J., Liu L. W. Research on the correlation between learning effectiveness and online learning behavior based on online education scene. *Creative Education*. 2017;(8(13)):2187–2198. DOI: 10.4236/ce.2017.813149

11. de Barba P. G. et al. The importance and meaning of session behaviour in a MOOC. *Computers & Education*. 2020;(146).

12. Kim J. H., Park Y., Song J., Jo I.-H. Predicting students' learning performance by using online behavior patterns in blended learning environments: Comparison of two cases on linear and non-linear model. *The 10th International Conference on Educational Data Mining*; 2019;(168):69–78.

13. Фиофанова О. А. Анализ больших данных в сфере образования: методология и технологии: монография. М.: Издательский дом «Дело»; 2020. 200 с.

[Fiofanova O. A. Big data analysis in the field of education: Methodology and technologies: monograph. Moscow, Delo Publishing House; 2020, 200 p. (In Russian.)]

14. Сосницкий В. Н., Потанин Н. И., Шевелева Л. В. Проблемы статистического анализа средней успеваемости студентов. *Фундаментальные исследования*. 2013;(10-2):316–320.

[Sosnickiy V. N., Potanin N. I., Sheveleva L. V. Problems statistical analysis middle evaluation of students. *Fundamental Research*. 2013;(10-2):316–320. (In Russian.)]

15. Baker R. Data mining for education. *International Encyclopedia of Education*. 2010;(7):112–118.

16. Луцицына Л. С., Першин А. А., Усков В. Л. К вопросу повышения результативности массового онлайн-курса. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2014;(5(93)):164–171.

[Lisitsyna L. S., Pershin A. A., Uskov V. L. New approaches to efficiency of massive online course. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2014;(5(93)):164–171. (In Russian.)]

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

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

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

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

19. Токтарова В. И., Федорова С. Н. Информационно-образовательная среда вуза: интерпретационный и содержательный анализ. *Вестник Марийского государственного университета*. 2018;12(4):77–87. DOI: 10.30914/2072-6783-2018-12-4-77-87]

[Toktarova V. I., Fedorova S. N. Electronic educational environment of higher education institution: Interpretative and content analysis. *Bulletin of the Mari State University*. 2018;12(4):77–87. (In Russian.) DOI: 10.30914/2072-6783-2018-12-4-77-87]

20. Чикилева Л. С. Оптимизация учебного процесса в условиях цифровой образовательной среды как предиктор успешности дистанционного обучения. *Российский гуманитарный журнал*. 2021;10(1):42–53. DOI: 10.15643/libartrus-2021.1.4

[Chikileva L. S. Optimization of the educational process in the digital educational environment as a predictor of successful distance learning. *Liberal Arts in Russia*. 2021;10(1):42–53. (In Russian.) DOI: 10.15643/libartrus-2021.1.4]

#### Информация об авторах

**Токтарова Вера Ивановна**, доктор пед. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики и информатики, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3590-3053>; e-mail: [toktarova@yandex.ru](mailto:toktarova@yandex.ru)

**Попова Олеся Геннадьевна**, магистрант 2-го курса, Институт цифровых технологий, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2666-1005>; e-mail: [olesya\\_popova10@mail.ru](mailto:olesya_popova10@mail.ru)

#### Information about the authors

**Vera I. Toktarova**, Doctor of Sciences (Education), Docent, Professor at the Department of Applied Mathematics and Informatics, Institute of Digital Technologies, Mari State University, Yoshkar-Ola, The Mari El Republic, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3590-3053>; e-mail: [toktarova@yandex.ru](mailto:toktarova@yandex.ru)

**Olesya G. Popova**, 2nd year master's student at Institute of Digital Technologies, Mari State University, Yoshkar-Ola, The Mari El Republic, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2666-1005>; e-mail: [olesya\\_popova10@mail.ru](mailto:olesya_popova10@mail.ru)

**Поступила в редакцию / Received:** 17.06.2022.

**Поступила после рецензирования / Revised:** 04.08.2022

**Принята к печати / Accepted:** 09.08.2022.

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-64-70

# ОБУЧЕНИЕ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ВУЗА РЕШЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ ВОЕННО-ПРИКЛАДНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Е. В. Гусева<sup>1</sup> ✉, М. А. Родионов<sup>2</sup><sup>1</sup> Филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева (г. Пенза), г. Пенза, Россия<sup>2</sup> Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

✉ katerinavg@list.ru

## Аннотация

Авторами статьи рассмотрена актуальная проблема обучения курсантов военного вуза решению расчетных задач военно-прикладной направленности с использованием специализированного программного обеспечения. Несмотря на то что применение программного обеспечения обладает рядом преимуществ перед традиционными методами обучения, как показывает образовательная практика, существует ряд проблем его эффективного внедрения в образовательный процесс. В частности, многие преподаватели высшей школы испытывают сложности при его использовании в своей профессиональной деятельности. Соответственно целью статьи является изучение организации обучения курсантов, которое бы способствовало развитию практических умений использования специализированного программного обеспечения при решении расчетных задач военно-прикладной направленности.

В статье рассмотрен процесс обучения решению расчетных задач с использованием специализированного программного обеспечения курсантов высших военных учебных заведений. На основе интегрирования классического подхода и подхода с применением программных средств к решению математических задач выделены и раскрыты его следующие этапы: содержательная постановка задачи; математическая формализация; построение алгоритма решения задачи; реализация решения задачи с помощью специализированного программного обеспечения; отладка и тестирование программы; проведение расчетов, анализ и проверка полученных результатов; обобщение задачи. Выполнение в такой последовательности указанных этапов показано на примере решения расчетной задачи по баллистическому проектированию патрона стрелкового оружия для курсантов высших военных учебных заведений. В результате проведенного исследования стало возможным рассматривать использование специализированного программного обеспечения при обучении курсантов военных вузов решению расчетных задач военно-прикладной направленности.

**Ключевые слова:** обучение курсантов, методика обучения, расчетная задача, специализированное программное обеспечение.

## Для цитирования:

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

# TRAINING CADETS AT HIGHER MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS TO SOLVE MILITARY APPLIED COMPUTATIONAL PROBLEMS USING CUSTOMIZED SOFTWARE

E. V. Guseva<sup>1</sup> ✉, M. A. Rodionov<sup>2</sup><sup>1</sup> Branch of the Military Educational Institution of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulyov (Penza), Penza, Russia<sup>2</sup> Penza State University, Penza, Russia

✉ katerinavg@list.ru

## Abstract

The article considers the relevant issue of teaching military university cadets to solve military applied computational problems using customized software. Though utilizing software has several advantages over traditional teaching methods, educational practice

© Гусева Е. В., Родионов М. А., 2022

shows there are a few problems concerning its effective operation in the educational process. For example, many higher education teachers experience difficulty using it in their professional activity. Accordingly, the research aims to study the organization of cadet training which would contribute to the development of practical skills of utilizing customized software to solve military applied computational problems.

The article focuses on the process of teaching cadets at higher military educational institutions to solve computational problems using customized software. Based on the integration of the classical approach and the approach relying on using software tools to solve mathematical problems, we identified and revealed seven stages of the latter. These include: a problem statement; mathematical formalization; designing an algorithm to solve the problem; implementing the solution to the problem with the aid of customized software; debugging and testing the program; performing calculations, analyzing and verifying the results; generalizing the problem. The article provides an example of solving the computational problem of the ballistic design of a small arms cartridge given to cadets of higher military educational institutions. The case study illustrates the execution of the specified stages in the sequence mentioned above. As a result, it became possible to examine the use of customized software in teaching cadets at military universities to solve military applied computational problems.

**Keywords:** cadet training, teaching methodology, computational problem, customized software.

**For citation:**

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

## 1. Введение

Подготовка будущих военных специалистов, отвечающих реалиям современного общества, выполнение образовательных стандартов по специальностям требует изучения курсантами все возрастающего количества дисциплин, приводит к высокой насыщенности учебных программ. Один предмет неоднократно сменяется другим в течение дня, на изучение некоторых из них отведено недостаточное количество времени, хотя уровень сложности изучаемого материала весьма высок. Форсированная проработка материала традиционными методами препятствует усвоению знаний, главной целью становится необходимость своевременного прохождения всех тем программы [1].

Следует также отметить, что будущий офицер должен уметь с помощью математических методов анализировать ситуации, которые возникают в профессиональной деятельности, разрешать различные военно-прикладные задачи, используя специализированное программное обеспечение [2–4].

Таким образом, задача преподавателя военного вуза заключается в такой организации деятельности курсантов, будущих офицеров, которая бы способствовала овладению умениями использования специализированного программного обеспечения при решении расчетных задач практической направленности.

## 2. Этапы решения расчетных задач военно-прикладной направленности с использованием специализированного программного обеспечения

При решении расчетных задач с использованием специализированного программного обеспечения мы опираемся на сочетание классического подхода и применения программных средств для обучения решению задач математического содержания. Выделим этапы решения расчетных задач военно-прикладной направленности на основе использования специализированного программного обеспечения, представленные на рисунке 1 [5–9].

## 3. Реализация методики обучения решению расчетных задач военно-прикладной направленности с использованием специализированного программного обеспечения

Покажем реализацию выделенных этапов работы над решением расчетной задачи военно-прикладной направленности с использованием специализированного программного обеспечения [2, 3, 10–13].

*Задача:* на дальности  $X = 400$  м пулей калибра  $7,62 \cdot 10^{-3}$  м пробить пакет сосновых досок толщиной  $S = 0,5$  м.

В рамках первого этапа «Понимание и постановка задачи», основываясь на литературных источниках и исходных данных, приходим к выводу, что необходимо провести баллистический расчет патрона стрелкового оружия. Можно напомнить курсантам, что баллистический расчет патрона включает внешнебаллистический и внутриваллистический расчеты. Необходимо сформулировать понятия внешней и внутренней баллистики [4, 14, 15].

*Внутренняя баллистика изучает движение пули в канале ствола под действием пороховых газов и все явления, вызывающие и сопровождающие это движение. Она призвана решить задачу, как придать пуле наибольшую скорость, не превышая допустимого давления пороховых газов в канале ствола оружия. Внешняя баллистика изучает движение пули после прекращения действия на нее пороховых газов — по вылету пули из канала ствола. Она решает задачу, под каким углом к горизонту и с какой начальной скоростью нужно бросить пулю определенного веса и формы, чтобы она достигла цели [11].*

После этого возвращаемся к условию задачи и формулируем основные характеристики баллистического расчета патрона стрелкового оружия [2, 3, 16].

*При внешнебаллистическом проектировании определяются следующие характеристики: параметры патрона и оружия, характер траектории пули в воздухе, действие пули по цели. К внутри-*



Рис. 1. Этапы решения расчетных задач военно-прикладной направленности на основе использования специализированного программного обеспечения

Fig. 1. Stages of solving military applied computational problems using customized software

баллистическим параметрам относятся: максимальное давление пороховых газов в канале ствола, длина канала ствола, масса порохового заряда, плотность заряжания, уширение камеры, используемый объем зарядной камеры [2, 3, 11].

На этапе математической формализации переходим к анализу и поиску пути решения задачи по внешнебаллистическому расчету патрона стрелкового оружия, которые проведем в форме вопросов (В) и ответов (О).

В1: С чего необходимо начать при внешнебаллистическом расчете?

О1: Согласно литературным источникам и исходным данным следует задать массу пули.

В2: Сколько значений нужно задать?

О2: Не менее трех.

В3: Для чего нужно взять минимум три значения массы пули?

О3: Следует взять три значения массы пули для дальнейшего анализа вариантов внешнебаллистического решения.

В4: Какие величины необходимо рассчитать в поставленной задаче?

О4: Нужно определить скорость встречи пули с преградой, баллистический коэффициент, началь-

ную скорость пули, время полета, дальность прямого выстрела, дульную энергию пули, значение произведения максимального давления на путь пули в канале ствола и массу оружия, импульс отдачи оружия.

Затем строим с курсантами математическую модель. Записываем математические формулы, которые связывают известные и неизвестные величины [17, 18].

При построении алгоритма решения данной расчетной задачи выбираем форму алгоритма. Более наглядной формой, на наш взгляд, является блок-схема. Предлагаем курсантам составить блок-схему внешнебаллистического расчета патрона. Здесь необходимо вспомнить понятие блок-схемы и ее основные элементы. После этого курсанты могут приступить к составлению алгоритма и затем представить его преподавателю (рис. 2).

Далее необходимо обсудить с курсантами возможные варианты решения поставленной расчетной задачи с помощью специализированного программного обеспечения, а именно: средствами MS Excel, Mathcad, языков программирования и т. д. [15]. Обсуждаем возможности каждого программного средства и предлагаем курсантам реализовать разработанный алгоритм решения задачи на компьютере.



Рис. 2. Алгоритм внешнебаллистического расчета патрона  
 Fig. 2. Algorithm for calculating the external ballistics of a cartridge

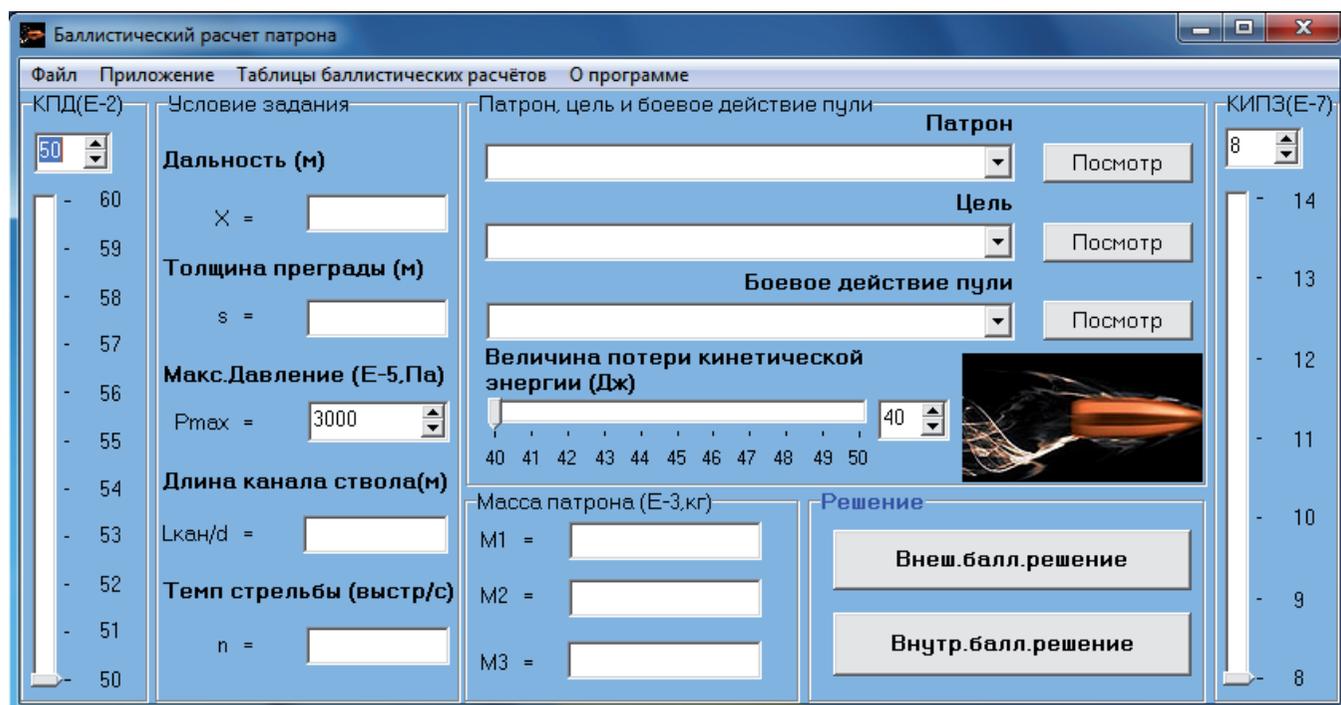


Рис. 3. Внешний вид программы по баллистическому расчету патрона стрелкового оружия

Fig. 3. Interface of the program for the ballistic calculation of a small arms cartridge

	ME(-3),кг	vc,м/с	c,м2/кг	v0,м/с	T,с	Y,м	Xпв,м	E0,дж	PmaxLд,Па	M,кг	J0,нс	Eотд,Дж
m1	9	549	7,61	865	0,5811	0,4141	433,7	3365	1,407E8	8,7	11,6	7,8
m2	9,6	527	7,14	816	0,61	0,4562	416	3197	1,325E8	8,2	11,5	8
m3	10,2	508	6,72	772	0,6391	0,5008	399,3	3037	1,249E8	7,8	11,4	8,2

Рис. 4. Вывод результатов программы по баллистическому расчету патрона стрелкового оружия

Fig. 4. Program output for the ballistic calculation of a small arms cartridge

Курсанты демонстрируют полученный результат (рис. 3 и 4).

На этапе отладки и тестирования разработанной программы курсанты должны удостовериться в работоспособности, корректности и эффективности выполнения операций, указанных в алгоритме (рис. 5). Преподаватель контролирует работу курсантов, при необходимости оказывает им помощь [19].

На следующем этапе осуществляются проверка правильности решения задачи и анализ полученных результатов. Вместе с курсантами выясняем, всегда ли задача имеет решение и сколько решений может быть с заданными условиями. Для этого нужно рассмотреть все шаги разработанного алгоритма, всегда ли они выполнимы и сколько дают результатов. В нашем случае все шаги построения выполнены и имеют единственное решение [20].

На этапе обобщения преподаватель вместе с курсантами обсуждает, какое специализированное программное средство является наиболее эффективным для баллистического расчета патрона стрелкового оружия.

Программа для баллистического расчета патрона стрелкового оружия была написана курсантами на языке программирования C++ в среде разработки Borland C++ Builder. Разработка программы велась поэтапно, т. е. после написания отдельной законченной части она компилировалась из модулей по решению конкретной задачи. В программу вводятся числовые исходные данные для их обработки, по которым и осуществляется преобразование. На выходе получается таблица с результатами и графиками.

Реализация этапов по внутрибаллистическому расчету патрона стрелкового оружия осуществляется аналогично.

Внешнебаллистическое решение												
РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕШНЕБАЛЛИСТИЧЕСКОГО РАСЧЁТА												
	$mE(-3), \text{кг}$	$v_0, \text{м/с}$	$c, \text{м}^2/\text{кг}$	$v_0, \text{м/с}$	$T, \text{с}$	$Y, \text{м}$	$X_{\text{пв}}, \text{м}$	$E_{0, \text{дж}}$	$F_{\text{max}}, \text{Па}$	$M, \text{кг}$	$J_{0, \text{нс}}$	$E_{\text{отд}}, \text{Дж}$
м1	9	549	7,61	865	0,5811	0,4141	433,7	3365	1,407E8	8,7	11,6	7,8
м2	9,6	527	7,14	816	0,61	0,4562	416	3197	1,325E8	8,2	11,5	8
м3	10,2	508	6,72	772	0,6391	0,5008	399,3	3037	1,249E8	7,8	11,4	8,2

Расчёт заданного действия пули по цели	Определение некоторых элементов траектории
1- Задание несколько значений калибра пули $d$ 2- Задание несколько значений массы пули $M_{\text{п}}$ 3- Определение скорости встречи пули с преградой $V_0$ 4- Определение баллистического коэффициента пули $C$ 5- Определение начальной скорости пули $V_0$	1- Определение полётного времени $T$ 2- Определение высоты траектории и дальности прямого выстрела ( $Y$ и $X$ )

Анализ вариантов внешнебаллистического решения	
1- Определение дульной энергии пули $E_0$	3- Определение массы оружия $M_{\text{ор}}$
2- Определение произведения максимального давления на путь пули в канале ствола $P_{\text{max}} L_d$	4- Определение импульса отдачи и энергию отдачи ( $J_0$ и $E_{\text{отд}}$ )

Для стрелкового оружия большое значение имеет настильность траектории. Поэтому вариант тем лучше, чем меньше высота траектории и полётное время и чем больше дальность прямого выстрела. Гораздо труднее выбрать вариант в целом, так как тенденции к изменению отдельных характеристик зачастую противоположны. Например, с уменьшением массы пули непременно должна возрастать начальная скорость, чтобы обеспечить заданное боевое действие. Иногда, имея только уже полученные характеристики, возможно выбрать оптимальный вариант. Нужны дополнительные данные.

Из анализа таблицы следует, что по настильности траектории лучшим является первый вариант, по массе пули первый вариант и по энергии отдачи первый вариант.

Рис. 5. Отладка и тестирование программы по внешнебаллистическому расчету патрона стрелкового оружия

Fig. 5. Debugging and testing the program for calculating the external ballistics of a small arms cartridge

#### 4. Заключение

Эффективность работы по обучению решению расчетных задач с использованием специализированного программного обеспечения будущих военных специалистов во многом зависит от наличия тесной связи таких задач с их профессиональной деятельностью. В частности, само условие задачи должно стимулировать курсанта любого уровня подготовки активно включаться в процесс решения военно-прикладной расчетной задачи и максимально проявить себя в нем. Реализация рассмотренных выше этапов решения таких задач с привлечением возможностей соответствующего программного обеспечения будет способствовать развитию у курсантов навыков организации и планирования работы с задачным материалом военно-прикладной направленности, повышению их учебно-профессиональной мотивации и готовности к самообразованию.

#### Список источников / References

1. Engelbrecht J., Harding A. Interventions to improve teaching and learning in first year mathematics courses. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2015;46(7):1046–1060. DOI:10.1080/0020739X.2015.1070441

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

[Guseva E. V., Rodionov M. A. Informative and methodological basis for training contest solving. *University Proceeding. Volga Region. Humanities*. 2015;(4(36)):216–225. (In Russian.)]

3. Родионов М. А., Гусева Е. В. Профилизация образования будущих курсантов военных вузов на основе организации интегрированных элективных курсов. Пенза: ПГУ; 2013. 162 с.

[Rodionov M. A., Guseva E. V. Profiling of education of future cadets of military universities on the basis of the organization of integrated elective courses: monograph. Penza, PSU; 2013. 162 p. (In Russian.)]

4. Thomson M. M., DiFrancesca D., Carrier S., Lee C. Teaching efficacy: Exploring relationships between mathematics and science self-efficacy beliefs, PCK and domain knowledge among preservice teachers from the United States. *Teacher Development*. 2017;(21(1)):1–20. DOI: 10.1080/13664530.2016.1204355

5. Гриншкун А. В. Возможности использования технологий дополненной реальности при обучении информатике

школьников. *Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2014;(3(29)): 87–93.

[Grinshkun A. V. The possibilities of using augmented reality technologies in teaching informatics to schoolchildren. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*. 2014;(3(29)):87–93. (In Russian.)]

6. Ахмерова Р. У. Реализация принципа профессиональной направленности обучения в вузе средствами профилизации общенаучных дисциплин: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Казань; 1988. 16 с.

[Akhmerova R. U. Realization of the principle of professional orientation of education at the university by means of profiling general scientific disciplines: abstract. Candidate ped. sci. diss.: 13.00.01. Kazan; 1988. 16 p. (In Russian.)]

7. Баданов А. А. Дифференцированное обучение математике курсантов военных вузов МВД России с использованием компьютеров: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Новосибирск. 2004. 192 с.

[Badanov A. A. Differentiated teaching of mathematics to cadets of military universities of the Ministry of Internal Affairs of Russian Federation using computers: Candidate ped. sci. diss.: 13.00.02. Novosibirsk; 2004. 192 p. (In Russian.)]

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

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

9. Thomas V. G., Parsons B. A. Culturally responsive evaluation meets systems-oriented evaluation. *American Journal of Evaluation*. 2017;38(1):7–28. DOI:10.1177/1098214016644069

10. Блехман И. И., Мышкис А. Д., Пановко Я. Г. Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов. Киев: Наукова Думка; 1976. 270 с.

[Blekhman I. I., Myshkis A. D., Panovko Ya. G. Applied mathematics: Subject, logic, features of approaches. Kiev, Naukova Dumka; 1976. 72 p. (In Russian.)]

11. Вентцель Е. С. Теория вероятностей: учебник для вузов. 9-е изд. М.: Академия; 2003. 576 с.

[Wentzel E. S. Probability theory: Textbook for universities. 9th ed. Moscow, Academy; 2003. 576 p. (In Russian.)]

12. Кендиван О. Д.-С. Прикладная направленность обучения. *Профильная школа*. 2011;(5):7–12.

[Kendivan O. D.-S. Applied orientation of education. *Profile School*. 2011;(5):7–12. (In Russian.)]

13. Вербицкая И., Спектор В. О компьютерной поддержке преподавания математических дисциплин. *Высшее образование в России*. 2008;(2):141–143.

[Verbitskaya I., Spektor V. On computer support for teaching mathematical disciplines. *Higher Education in Russia*. 2008;(2):141–143. (In Russian.)]

14. Кобяшева Н. Я., Мищенко Н. В. Педагогические условия, направленные на повышение качества образования в профильной школе. *Профильная школа*. 2011;(4(49)):3–7.

[Kobyasheva N. Ya., Mishchenko N. V. Pedagogical conditions aimed at improving the quality of education in the profile school. *Profile School*. 2011;(4(49)):3–7. (In Russian.)]

15. Кругликов С. А. Методика преподавания математики с использованием информационных технологий

и компьютерных продуктов учебного назначения: дис. ... канд. пед. наук:13.00.02. М.; 2003. 228 с.

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

16. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. 3-е изд. М.: ЮНИТИ-ДАНА; 2010. 551 с.

[Kremer N. S. Probability theory and mathematical statistics. 3rd ed. Moscow, UNITY-DANA; 2010. 551 p. (In Russian.)]

17. Lake W., Wallin M., Woolcott G., Boyd W., Foster A., Markopoulos C., Boyd W. Applying an alternative mathematics pedagogy for students with weak mathematics: Meta-analysis of alternative pedagogies. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2017;48(2):215–228. DOI:10.1080/0020739X.2016.1245876

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

19. Remijan K. W. Project-based learning and design-focused projects to motivate secondary mathematics students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. 2017;11(1). DOI:10.7771/1541-5015.1520. Available at: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1520&context=ijpbl>

20. Гладкая И. В., Ильина С. П., Ривкина С. В. Основы профильного обучения и предпрофильной подготовки. СПб.: КАРО; 2005. 128 с.

[Gladkaya I. V., Ilyina S. P., Rivkina S. V. Fundamentals of profile training and pre-profile training. St. Petersburg, KARO; 2005. 128 p. (In Russian.)]

#### Информация об авторах

Гусева Екатерина Владимировна, канд. пед. наук, доцент кафедры, филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева (г. Пенза), г. Пенза, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3890-9837>; e-mail: [katerinavg@list.ru](mailto:katerinavg@list.ru)

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

#### Information about the authors

Ekaterina V. Guseva, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department, Branch of the Military Educational Institution of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulyov (Penza), Penza, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3890-9837>; e-mail: [katerinavg@list.ru](mailto:katerinavg@list.ru)

Mikhail A. Rodionov, Doctor of Sciences (Education), 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; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2213-9997>; e-mail: [do7tor@mail.ru](mailto:do7tor@mail.ru)

Поступила в редакцию / Received: 28.07.2022.

Поступила после рецензирования / Revised: 08.08.2022.

Принята к печати / Accepted: 09.08.2022.

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-71-79

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РАСЧЕТНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

И. В. Баженова<sup>1</sup> ✉, М. М. Клунникова<sup>1</sup>, Н. И. Пак<sup>2</sup><sup>1</sup> Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия<sup>2</sup> Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, г. Красноярск, Россия

✉ ibagenova@sfu-kras.ru

## Аннотация

Важность развития вычислительного мышления студентов определяет необходимость создания объективного и валидного способа оценивания его уровня. В связи с этим актуальной является проблема создания универсальной модели диагностики вычислительного мышления на основе математических методов.

Цель статьи — разработка модели диагностики расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студентов, обеспечивающей возможность автоматизации оценочных процедур и способствующей построению методик развития этой когнитивной способности обучающихся.

Диагностика уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студента включает оценку его предметных знаний, когнитивных способностей, познавательной активности. В связи с этим выделены три диагностических критерия. Содержательный критерий (СК) определяется знаниями, полученными в результате предметного обучения. Операционный критерий (ОК) представляет собой совокупность выделенных мыслительных стратегий, необходимых для решения задач с использованием компьютеров. Критерий познавательной активности (КПА) является когнитивно-психологическим откликом на познавательный процесс, выражающимся в интенсификации учебной деятельности, направленности на активность, самостоятельность, творческий подход к обучению. По каждому критерию следует установить показатели, обеспечивающие их три оценочных уровня: низкий, средний и высокий. Интегрированная оценка уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студента определяется совокупностью значений этих трех критериев.

Для принятой диагностической модели разработан метод распознавания уровня вычислительного мышления на основе кластерного анализа. В качестве объекта распознавания выступает обучающийся с информационным вектором (СК, ОК, КПА), веса элементов которого определяются экспертно. Множество студентов с их информационными векторами кластеризуются на три класса: L1 (низкий уровень), L2 (средний уровень), L3 (высокий уровень). Диагностика уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления конкретного студента заключается в определении его принадлежности к соответствующему классу.

Разработанный метод распознавания уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студентов был реализован в виде программного продукта. Предложенная оригинальная модель диагностики вычислительного мышления студентов обеспечивает возможность автоматизации оценочных процедур и облегчает процесс интегрированных оценок диагностических характеристик учебного процесса.

Статья представляет интерес для преподавателей и работников учебных управлений университетов, а также способствует развитию теории и практики диагностики образовательных результатов.

**Ключевые слова:** вычислительное мышление, расчетно-алгоритмический компонент вычислительного мышления, модель диагностики вычислительного мышления.

## Для цитирования:

Баженова И. В., Клунникова М. М., Пак Н. И. Интеллектуальная модель оценки уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления обучающихся. *Информатика и образование*. 2022;37(4):71–79. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-71-79

## AN INTELLIGENT MODEL TO ASSESS THE LEVEL OF THE COMPUTATIONAL ALGORITHMIC COMPONENT OF STUDENTS' COMPUTATIONAL THINKING

I. V. Bazhenova<sup>1</sup> ✉, M. M. Klunnikova<sup>1</sup>, N. I. Pak<sup>2</sup><sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia<sup>2</sup> Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia

✉ ibagenova@sfu-kras.ru

### Abstract

The importance of developing students' computational thinking (CT) determines the need to devise an objective and valid method for assessing its level. In this regard, it is relevant to build a universal model for diagnosing computational thinking on the basis of mathematical methods.

The article aims to develop a model for diagnosing students' computational algorithmic thinking. This model makes it possible to automate assessment procedures and contributes to developing techniques for enhancing this cognitive ability of learners.

The diagnostic evaluation of students' computational algorithmic component of CT includes an assessment of their subject knowledge, cognitive abilities, and cognitive activity. In this regard, we identified three diagnostic criteria. The content criterion (CC) is determined by the knowledge acquired through subject-specific learning. The operational criterion (OC) is a set of identified intellectual strategies necessary to solve problems using computers. The cognitive activity criterion (CAC) is a cognitive-psychological response to the cognitive process. It is manifested in the intensification of learning activity, a strong focus on a proactive attitude, independence, and a creative approach to learning. It is necessary to establish indicators to provide three assessment levels for each criterion, namely low, medium, and high. The integrated assessment of the level of the computational algorithmic component of a student's CT is determined by the total of these three criteria values.

For the adopted diagnostic model, we have developed a method based on cluster analysis to determine the CT level. The object of recognition is a learner with an information vector (CC, OC, CAC). The weights of the vector elements are determined by experts. The array of students with their information vectors is divided into three classes: L1 (low level), L2 (medium level), L3 (high level). The diagnostics of the computational algorithmic component level of a particular student's CT consists in determining their belonging to the corresponding group.

The method devised to assess the level of the computational algorithmic component of students' CT was implemented as a software product. The proposed original model for diagnosing students' CT provides an opportunity to automate assessment procedures. It also facilitates the integrated assessments of the diagnostic characteristics of the learning process.

The materials of this work are of interest to teachers and employees of the educational departments of universities, and also have theoretical significance for the development of the theory and practice of diagnosing educational results.

**Keywords:** computational thinking, computational algorithmic component of computational thinking, computational thinking diagnostic model.

### For citation:

Bazhenova L. V., Klunnikova M. M., Pak N. I. An intelligent model to assess the level of the computational algorithmic component of students' computational thinking. *Informatics and Education*. 2022;37(4):71–79. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-71-79

## 1. Введение

Наличие диагностического инструментария является необходимым компонентом методических систем предметного обучения и развития когнитивных качеств студентов. Одной из задач цифровизации образования является технологизация диагностики дидактических состояний обучающегося, которая дает возможность наиболее адекватно комбинировать традиционные и инновационные подходы к обучению. Термин «диагностика» (*diagnostikos* — «способный распознавать») можно определить как процесс распознавания и оценки свойств, особенностей и состояний человека, заключающийся в целенаправленном исследовании, истолковании полученных результатов и их обобщении в виде заключения [1].

Диагностика должны охватывать не только образовательные результаты (предметные, метапредметные и личностные), но и когнитивные и психолого-педагогические аспекты учебно-воспитательного процесса.

В частности, задачей педагогической диагностики студентов является развитие способов определения их уровня вычислительного мышления как ключевой когнитивной характеристики будущих бакалавров математических и технических направлений подготовки [2]. Важность развития вычислительного мышления студентов и актуализация проблемы создания объективного и валидного способа оценивания его уровня обусловлены процессом цифровой трансформации образования. Вычислительное мышление, по мнению большинства исследователей, является комбинированным, операционально определяемым

понятием [3, 4], поэтому целесообразно выделять и диагностировать его отдельные компоненты. В кластере дисциплин «Программирование» — «Численные методы» — «Информационные технологии в образовании», используемом при обучении бакалавров-математиков, у студентов формируется и развивается расчетно-алгоритмический компонент вычислительного мышления. Мы понимаем под ним умение студента представлять решение новой абстрактной задачи в виде последовательности известных и оригинальных схем реализации отдельных этапов ее решения с помощью инструментов программирования [5]. Однако методы оценки уровня сформированности этого типа мышления обучающихся носят пока порядковый и критериальный характер.

В связи с этим актуальной является проблема разработки универсальной модели диагностики расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студентов на основе доступных математических методов.

Цель статьи заключалась в разработке модели диагностики расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студентов, обеспечивающей возможность автоматизации оценочных процедур и способствующей построению методик развития этой когнитивной способности обучающихся.

## 2. Обзор литературы

Вопросы оценивания образовательных результатов студентов и школьников сохраняют свою актуальность для теории и практики обучения вследствие

их влияния на учебный процесс и саму образовательную систему. Тесная взаимосвязь теорий обучения и оценивания, возможность улучшить образовательные результаты за счет тщательно разработанных, понятных для обучающихся моделей оценивания отмечается многими исследователями [6–8]. Анализ публикаций показывает, что трендами в педагогических исследованиях образовательного оценивания являются вопросы классификации видов оценивания, сравнения формирующего и суммирующего оценивания и их использования в проектировании оценочных моделей.

В оценочной деятельности в системе образования принято разделять (и даже противопоставлять) нормированное и критериальное оценивание. Нормированное оценивание определяет уровень обучающегося, его индивидуальные результаты относительно заранее установленной нормы. Как отмечено в [9], существуют разные оценочные модели нормированного оценивания, определяемые выбором нормы.

Появление термина «критериальное оценивание» связывают с именем американского психолога и педагога Р. Глейзера, который еще в 60–70-е годы XX века в своих работах (например, [10]) стал использовать понятие «*criterion-referenced measurement*». За прошедшие годы технология критериального оценивания успешно развивалась как за рубежом, так и в отечественной педагогической практике, и стала одним из основных измерительных инструментов качества образовательных результатов [11]. Под критериальным оцениванием понимают процесс сравнения учебных достижений обучающегося с четко определенными экспертными критериями, соответствующими целям и содержанию образования. Само понятие «критерий» означает признак, основание, правило принятия решения по оценке чего-либо на соответствие предъявленным требованиям. Критерии определяются задачами обучения и представляют собой перечень различных видов деятельности обучающегося, которую он осуществляет в ходе работы и должен в совершенстве освоить [12]. Как правило, главный принцип критериального оценивания заключается в определении эталона (идеала) образовательного результата и создании шкалы, задающей степень соответствия достигнутых результатов обучающегося этому идеалу.

В контексте данной статьи представляют интерес исследования, описывающие проектирование критериально-ориентированных междисциплинарных моделей оценивания в системе высшего образования. Так, в [13] рассмотрена оценочная модель на примере обучения программе «Практический юридический тренинг». Автор использует 11 критериев оценивания, направленных на стимулирование у студентов углубленного подхода к профессиональному обучению.

М. S. Ibarra-Sáiz с соавторами [14] исследовали с позиции «оценивание как обучение» взаимосвязь оценочных заданий с рядом ключевых перемен-

ных. К ним были отнесены: обратная связь, участие в оценивании, расширение прав студентов, саморегуляция. Авторы проанализировали оценивание в четырех дисциплинах, входящих в программу бакалавриата в области делового администрирования и менеджмента, и пришли к выводу об эффективности партисипативного оценивания в итоговом курсе обучения.

Многие отечественные и зарубежные публикации посвящены исследованию роли преподавателей в проектировании оценочных моделей. Как отмечает Н. Ф. Ефремова в [15], «в оценочной системе назрели кардинальные изменения, что в первую очередь требует изменений и в подготовке преподавателей вузов к конструированию новых материалов и технологий оценки». М. Veerman с соавторами [16] считают, что академическая среда и профессиональное развитие — важные факторы, способствующие процессу разработки оценивания в высшей школе или ограничивающие его. По их мнению, будущее теории и практики оценивания за командной работой, коллегиальным обменом и развитием стратегического мышления. J. Fernández-Ruiz и соавторы [17] выявили различные профили преподавателей высших учебных заведений на основе того, как они разрабатывают свои методы оценивания: классический, компетентностный и когезивный (склонный к сцеплению). Авторы отнесли к последнему профилю более опытных преподавателей, акцентирующих внимание на методах обучения своей дисциплине и координации между предметами или даже между различными академическими курсами. Очевидно, что преподаватели этой категории способны эффективно взаимодействовать в кластере дисциплин.

### 3. Методы и методологическая основа

Развитие расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления обучающегося определяет его умения: провести декомпозицию задачи на последовательность подзадач; анализировать задачи в различных научных областях, выделяя общие признаки и выявляя шаблоны решения; прогнозировать результаты выполнения алгоритма; оптимизировать и оценивать сложность алгоритма; владеть разными способами реализации алгоритма.

Цель диагностики расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления заключается в получении педагогически значимой информации, характеризующей динамику его развития при решении теоретических и практических задач и его влияние на повышение эффективности профессиональной подготовки студентов.

Решение практических задач в прикладных математических дисциплинах требует от студента — будущего бакалавра направления «Математика и компьютерные науки» следующих умений:

- выбрать инструментарий для реализации поставленной задачи на основе оценки его функциональных возможностей и затрат;

- математически корректно обосновать решение задачи, исследовать ее свойства (устойчивость, сходимость, корректность и пр.);
- создать эффективные абстракции, такие как структуры данных, выделить логические этапы, реализация которых является либо более простой, либо выполненной ранее, и определить порядок их следования;
- составить алгоритм каждого этапа, демонстрируя хорошее владение алгоритмическими примитивами;
- формально записать решение задачи на выбранном языке программирования, отладить реализованный алгоритм решения;
- оценить правильность реализации алгоритма на основе тестовых задач и анализа полученных результатов;
- обобщить реализованные методы для решения широкого класса задач с учетом возможной расширяемости.

Диагностика развития расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления должна включать оценку знаний по дисциплине, когнитивных способностей студента, развития стратегий вычислительного мышления при выполнении практических заданий. В качестве одного из диагностируемых критериев также выделим познавательную активность студента, оказывающую значимое влияние на результативность учебного процесса. Выдающийся психолог С. Л. Рубинштейн считал познавательную активность элементом мышления субъекта [18]. В качестве определения познавательной активности студента возьмем следующее: это когнитивно-психологический отклик на познавательный процесс,

выражающийся в готовности к обучению и выполнению учебных заданий при индивидуальной или групповой работе, возросший интерес к практической и интеллектуальной деятельности, определяющий результативность предметной подготовки [19].

Для оценки уровня развития расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления выделим три диагностических критерия: содержательный, операционный и познавательной активности. Рассмотрим их подробнее.

*Содержательный критерий (СК)* определяется знаниями, полученными в результате чувственного и логического познания и сохраненными в виде образов и понятий, и характеризуется уровнем их усвоения. В применении к кластеру дисциплин «Программирование» — «Численные методы» — «Информационные технологии в образовании» к этому компоненту относятся: понятия, методы исследования, приемы и инструменты решения задач, специфицированные в предметных областях данных дисциплин, т. е. декларативные и процедурные знания. Основным методом диагностики содержательного критерия является тестирование знаний.

*Операционный критерий (ОК)* определяется совокупностью выделенных мыслительных стратегий, необходимых для решения задач с использованием компьютеров. На рисунке 1 представлены те стратегии, которые способствуют развитию расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления.

Отметим, что операционный критерий, с одной стороны, в рамках компетентного подхода пересекается с умениями и навыками, полученными при изучении дисциплин, а именно, выполнением

Алгоритмизация	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Умение решать задачи путем четкого определения последовательности шагов</li> </ul>
Абстрагирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Способность выделять важные признаки объектов и отвлекаться от несущественных для уменьшения сложности при решении задач</li> </ul>
Декомпозиция	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разделение задач, алгоритмов, процессов на отдельные части или этапы, которые могут быть поняты, разработаны и проанализированы отдельно</li> </ul>
Обобщение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Объединение предметов или явлений по их существенным признакам и свойствам, решение новых задач на основе уже решенных</li> </ul>
Оценка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Установление качества постановки задачи и ее алгоритмического решения</li> </ul>

Рис. 1. Мыслительные стратегии, входящие в расчетно-алгоритмический компонент вычислительного мышления

Fig. 1. Thinking strategies included in the computational-algorithmic component of computational thinking

практических работ. С другой стороны, он должен определяться уровнем интеллектуального развития студента, отражающего его умение сравнивать, классифицировать, обобщать, оценивать. Поэтому в качестве методов диагностики можно использовать психологические тесты, например, тесты структуры интеллекта Р. Амтхауэра, в сочетании с оценкой использованных мыслительных стратегий при выполнении практических работ.

*Критерий познавательной активности (КПА)* определяется когнитивно-психологическим откликом на познавательный процесс, выражающимся в интенсификации учебной деятельности, направленности на активность, самостоятельность, творческий подход к обучению. Критерий познавательной активности студентов можно оценить в первую очередь исходя из анализа самостоятельной работы студента в рамках электронных курсов, реализованных в кластере дисциплин, активного использования и самостоятельной разработки контента электронных курсов. При этом целесообразно учитывать дополнительные баллы за прохождение лекций-тренажеров, тестов для самоподготовки, создание когнитивных карт по тематике дисциплин, дополнение глоссариев и пр.

Таким образом, методами диагностики служат оценивание включенности студента в учебный процесс, активности на электронных курсах, анализ инструментария, применяемого для решения практических задач, оценка выполнения междисциплинарных заданий в рамках кластера дисциплин, наблюдение.

Определим три уровня (низкий, средний, высокий) развития расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления на основе рассмотренных выше критериев и выделим их обобщенные дескрипторы в рамках кластера дисциплин «Программирование» — «Численные методы» — «Информационные технологии в образовании». Результаты представлены в таблице 1.

Установим для каждого уровня трех критериев (СК, ОК, КПА) расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления весовые коэффициенты, имеющие значения: 1 — низкий, 2 — средний, 3 — высокий. На основе их различных сочетаний можно рассчитать интегральный вес уровня развития расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления для 27 возможных случаев. Согласно полученным интегральным весовым коэффициентам, выделим три уровня развития расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления: низкий уровень находится в диапазоне (3; 4), средний уровень — в диапазоне (5; 6), высокий уровень — в диапазоне (7; 9). Результаты представлены в таблице 2.

Полученная таблица позволяет определить искомый уровень сформированности расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студента. Например, пусть студент по итогам вышеприведенных измерений содержательного критерия получил вес 2, что соответствует среднему уровню, по операционному критерию — вес 3 (высокий уровень), а по критерию познавательной активности — вес 2, соответствующий среднему уровню (в таблице стол-

Таблица 1 / Table 1

### Описание трехуровневых критериев развития расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления

#### Description of the three-level criteria for developing the computational algorithmic component of computational thinking

Критерий	Уровень	Дескриптор
Содержательный	Низкий	Студент знает базовые понятия предметной области, но затрудняется с пониманием связей между ними.
		Имеет базовые знания о математических методах решения прикладных задач, в целом понимает постановку задачи.
		Имеет представление о возможностях стандартного программного обеспечения
	Средний	Студент достаточно уверенно ориентируется в предметной области, понимает отношения между понятиями.
		Знает основные математические методы решения задач, но затрудняется с выбором оптимального метода.
		Владеет современными информационными технологиями, находит нужное ПО для решения задач
	Высокий	Студент имеет обобщенные и систематизированные знания по дисциплинам.
		Способен самостоятельно поставить исследовательскую задачу, провести анализ и обосновать выбор методов для решения задачи.
		Способен к быстрому поиску и освоению нового ПО

Окончание табл. 1 / End of the table 1

Критерий	Уровень	Дескриптор
Операционный	Низкий	Студент владеет одним языком программирования на пороговом уровне: понимает код, может адаптировать его под решение задачи.
		Может составлять алгоритмы по образцу, но затрудняется с их реализацией и оценкой эффективности.
		Испытывает трудности при отладке программ, построении тестовых расчетов и обосновании результатов вычислений
	Средний	Студент владеет одним языком программирования на уровне самостоятельного написания кода.
		Владеет способами составления сложных алгоритмов, учитывает различные сценарии выполнения алгоритма.
		Использует приемы отладки программы, но не всегда корректно интерпретирует полученные результаты
	Высокий	Студент уверенно владеет одним и более языками программирования, при необходимости может освоить новый язык.
		Корректно использует известные схемы при решении новых задач, способен оценить и оптимизировать алгоритм, дать прогноз результата.
		Грамотно проводит отладку и тестирование программы, может обосновать результат работы программы
Критерий познавательной активности	Низкий	Студент не проявляет самостоятельность и интерес к дисциплинам. Требуются постоянный контроль и помощь преподавателя.
		Знакомится с контентом электронных курсов в минимальном объеме, нерегулярно.
		Практические работы выполняет с ошибками, сдает с опозданием
	Средний	Студент проявляет интерес к отдельным дисциплинам. Может требоваться помощь преподавателя.
		Активно использует материалы электронного курса, эпизодически участвует в наполнении курса.
		Возможно избирательное отношение к освоению дисциплин: выполнение только практических работ базового уровня сложности или изучение теоретического материала
	Высокий	Студент заинтересован в освоении всех дисциплин, участвует в междисциплинарных проектах, готов к самостоятельной работе.
		Активно использует контент электронных курсов, разрабатывает новые элементы, принимает участие в опросах и анкетировании.
		Выполняет практические работы повышенного уровня сложности. Может предложить свою постановку задачи, новые способы решения

Таблица 2 / Table 2

### Распределение весовых коэффициентов для уровней развития расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления

### Distribution of weight coefficients for the development levels of the computational algorithmic component of computational thinking

Уровень Критерий	Низкий				Средний												Высокий										
	СК	1	1	2	1	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	2	3	1	2	3	3	2	3
ОК	1	2	1	1	3	2	1	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3	3	2	3	2	1	3	3	2	3
КПА	1	1	1	2	1	1	1	2	2	3	1	1	2	2	2	3	3	1	2	2	3	3	3	2	3	3	3
Суммарный вес	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	9

бец выделен серым цветом). Тогда, согласно таблице 2, его интегральный уровень расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления является высоким.

#### 4. Результаты и обсуждение

Представленная модель имеет ряд недостатков. Главным среди них является одинаковая «весомость» каждого критерия расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студента. Далее, присутствует субъективный фактор: отнесение информационного вектора (СК, ОК, КПА) к тому или иному уровню разными экспертами может быть произвольным. В этой ситуации для рассмотренной модели представляется более целесообразным применить метод распознавания (диагностики уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления) на основе кластерного анализа [20].

В качестве объекта распознавания выступает обучающийся с информационным вектором (СК, ОК, КПА), весовые коэффициенты которых определяются экспертно. Для их определения ряд экспертов (преподаватели СФУ и КГПУ им. В. П. Астафьева) установили весомость каждого критерия расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студента. Итоговые экспертные значения весов получились следующими (интервальная оценка):

$$СК \in [1,10]; ОК \in [1,6]; КПА \in [1,3].$$

Таким образом, множество студентов с их информационными векторами следует разбить (кластеризовать) на три класса: L1 (низкий уровень), L2 (средний уровень), L3 (высокий уровень). Выберем эталонные объекты (информационные векторы) для каждого класса: (1,1,1) — эталонный экземпляр класса L1; (5,3,2) — класса L2; (10,6,3) — класса L3.

Зададим расстояние (сходство) между двумя объектами. Используем для этого метрику городских кварталов:

$$r = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|,$$

где  $x_i$  и  $y_i$  — признаки двух объектов.

За расстояние между объектом и классом примем среднее значение всех расстояний от объекта к каждому объекту класса.

Чтобы определить принадлежность объекта к искомому классу, найдем минимальное расстояние среди расстояний объекта ко всем классам.

Рассмотренная математическая модель диагностики была реализована с помощью программы, которая состоит из трех модулей.

В модуле исходных данных задаем: первоначальное количество объектов  $K = 13$ ; количество признаков объекта  $n = 3$ ; эталонные объекты (1,1,1) — класса L1; (5,3,2) — класса L2; (10,6,3) — класса L3.

В модуле генерации объектов на этапе тестирования случайным образом задается множество объектов с их информационными векторами. В дальнейшем введем экспериментальные данные, полученные в результате контрольных оценочных мероприятий в реальном учебном процессе. На рисунке 2 показаны сформированные объекты заданных классов с низким, средним и высоким уровнями расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студента.

В модуле распознавания имеется возможность определить принадлежность исследуемого объекта, заданного в виде информационного вектора, одному из созданных в предыдущем модуле классов. При этом если распознанный объект не совпадает по своим признакам ни с одним из имеющихся объектов класса, его можно внести в этот класс (обучить систему).

Например, задание объекта с признаками (1,3,3) диагностирует его принадлежность *Классу 1*, т. е.

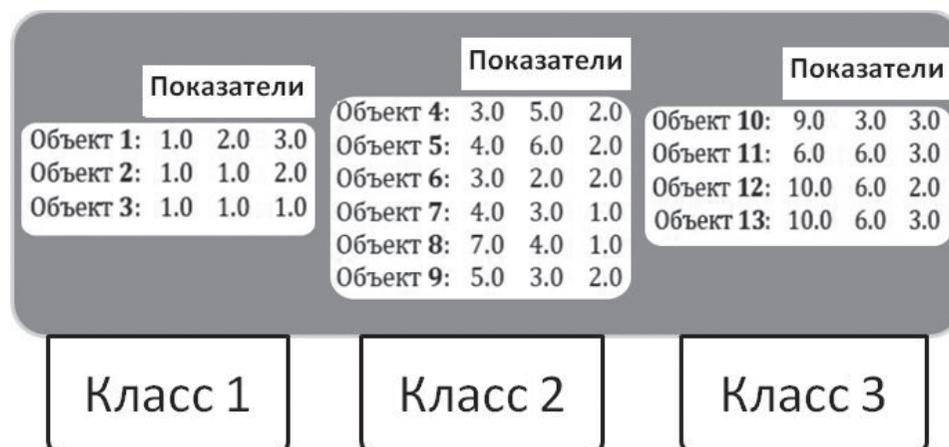


Рис. 2. Классы с низким (Класс 1), средним (Класс 2) и высоким (Класс 3) уровнем расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления

Fig. 2. Classes with a low (Class 1), medium (Class 2), and high (Class 3) development level of the computational algorithmic component of computational thinking

классу с низким уровнем расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления. Объект с признаками (8,3,2) относится к *Классу 3* с высоким уровнем, а объект (5,2,3) определяется как экземпляр *Класса 2* со средним уровнем расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления.

## 5. Выводы

Важность формирования и развития вычислительного мышления студентов определила необходимость выявления его сущности на примере предметного обучения и разработки технологической диагностической модели. Была разработана оригинальная модель расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студентов, сформированы тестовые процедуры сбора данных (информационных векторов) для оценки уровня сформированности этого компонента на примере кластера дисциплин «Программирование» — «Численные методы» — «Информационные технологии в образовании». В модели выделены три диагностических критерия: содержательный, операционный и критерий познавательной активности. По каждому критерию определены показатели, обеспечивающие их три оценочных уровня (низкий, средний и высокий).

Разработана математическая процедура кластеризации студентов на три класса по уровням: L1 (низкий уровень), L2 (средний уровень), L3 (высокий уровень). Определена методика распознавания заданного студента по его информационному вектору путем вычисления меры его принадлежности к соответствующему классу.

Разработанный метод распознавания уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студентов был реализован в виде программного продукта путем расчета его диагностических информационных векторов, сформированных случайным образом. Следующий этап — апробация метода в учебном процессе кластера дисциплин «Программирование» — «Численные методы» — «Информационные технологии в образовании» на основе тестовых и оценочных процедур.

Таким образом, предложенная оригинальная модель диагностики расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студентов обеспечивает возможность автоматизации оценочных процедур, облегчает процесс интегрированных оценок диагностических характеристик учебного процесса, способствует объективизации критериальных диагностик образовательных результатов. Модель является технологичной, обладает элементами интеллектуальности. Программная реализация распознавания (диагностики) уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления студентов показала возможность автоматизированной оценки обучающихся с привлечением элементов машинного обучения.

Материалы статьи представляют интерес для преподавателей и работников учебных управлений

университетов, а также значимы для развития теории и практики диагностики образовательных результатов.

### Финансирование

Работа выполнена при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках проекта «Формирование и развитие вычислительного мышления обучаемых на основе автоматизированных и когнитивных средств обучения», код 2021012106985.

### Funding

The study was funded by the Krasnoyarsk Regional Fund for the Support of Scientific and Scientific-Technical Activities, project No 2021012106985 “Formation and development of students’ computational thinking based on automated and cognitive learning tools”.

### Список источников / References

1. Долганова О. В., Петрова О. О., Шарохина Е. В. Педагогика: конспект лекций. М.: Эксмо; 2008. 190 с.  
[Dolganova O. V., Petrova O. O., Sharoxina E. V. Pedagogy: Lecture notes. Moscow, Eksmo; 2008. 190 p. (In Russian.)]
2. Баженова И. В., Клунникова М. М., Пак Н. И., Пушкарева Т. П., Хеннер Е. К. Кластер дисциплин как платформа развития вычислительного мышления студентов: монография. Красноярск: СФУ; 2021. 184 с.  
[Bazhenova I. V., Klunnikova M. M., Pak N. I., Pushkareva T. P., Khenner E. K. Cluster of disciplines as a platform for the development of students’ computational thinking. Krasnoyarsk, SFU; 2021, 184 p. (In Russian.)]
3. Wing J. Research notebook: Computational thinking — What and Why? *The Link. The Magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science*. Available at: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
4. Lyon J. A., Fennel H. V., Magana A. J. Computational thinking in higher education: A review of the literature. *Computer Applications in Engineering Education*. 2020;(28):1174–1189. Available at: <https://doi.org/10.1002/cae.22295>
5. Баженова И. В., Клунникова М. М., Пак Н. И. Школьно-вузовский кластер дисциплин как средство развития расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления. *Информатика и образование*. 2021;36(3):42–49. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-3-42-49  
[Bazhenova I. V., Klunnikova M. M., Pak N. I. School-university cluster of disciplines developing the calculative-algorithmic component of computational thinking. *Informatics and Education*. 2021;36(3):42–49. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-3-42-49]
6. Baird J. A., Andrich D., Hopfenbeck T. N., Stobart G. Assessment and learning: Fields apart? *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. 2017;24(3):317–350. DOI: 10.1080/0969594X.2017.1319337
7. Deeley S. J. Using technology to facilitate effective assessment for learning and feedback in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 2017;43(3):439–448. DOI: 10.1080/02602938.2017.1356906
8. Lau A. “Formative good, summative bad?” — A review of the dichotomy in assessment literature. *Journal of Further and Higher Education*. 2015;40(4):1–17. DOI: 10.1080/0309877X.2014.984600
9. Шмигирилова И. Б., Рванова А. С., Григоренко О. В. Оценивание в образовании: современные тенденции, проблемы и противоречия (обзор научных публикаций). *Образование и наука*. 2021;23(6):43–83. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-6-43-83

[Shmigirilova I. B., Rvanova A. S., Grigorenko O. V. Assessment in education: Current trends, problems and contradictions (review of scientific publications). *Education and Science Journal*. 2021;23(6):43–83. (In Russian.) DOI: 10.17853/1994-5639-2021-6-43-83]

10. Glaser R. Evaluation of instruction and changing educational models. *Proceedings of the Symposium on Problems in the Evaluation of Instruction*. Los Angeles; 1967. 28 p.

11. Абекова Ж. А., Оралбаев А. Б., Бердалиева М., Избасарова Ж. К. Технология критериального оценивания, методика ее применения в учебном процессе. *Международный журнал экспериментального образования*. 2016;(2-2):215–218. Режим доступа: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=9559>

[Abekova Zh. A., Oralbaev A. B., Berdalieva M., Izbasarova Zh. K. Criteria-based assessment technology, methods of its application in the educational process. *International Journal of Experimental Education*. 2016;(2-2):215–218. (In Russian.) Available at: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=9559>]

12. Ступницкая М. Критериальное оценивание. *Педагогические измерения*. 2015;(1):52–74.

[Stupnickaya M. Criteria-based assessment. *Pedagogical Measurements*. 2015;(1):52–74. (In Russian.)]

13. Stagg-Taylor J. Cross-course assessment criteria: A study of criteria-based assessment developed for whole program use. *ETL Conference*; 2004. Available at: <http://hdl.handle.net/10072/2893>

14. Ibarra-Sáiz M. S., Rodríguez-Gómez G., Boud D. The quality of assessment tasks as a determinant of learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 2021;46(6):943–955. DOI: 10.1080/02602938.2020.1828268

15. Ефремова Н. Ф. Концептуальная модель оценки компетенций студентов. *Современные наукоемкие технологии*. 2019;(7):169–174. Режим доступа: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37607>

[Efremova N. F. Conceptual model of evolution of competence of students. *Modern high technologies*. 2019;(7):169–174. (In Russian.) Available at: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37607>]

16. Bearman M., Dawson P., Bennett S., Hall M., Molloy E., Boud D., Joughin G. How university teachers design assessments: A cross-disciplinary study. *Higher Education*. 2017;74(1):49–64. DOI: 10.1007/s10734-016-0027-7

17. Fernández-Ruiz J., Panadero E., García-Pérez D. Assessment from a disciplinary approach: Design and implementation in three undergraduate programmes. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. 2021;28(5-6):703–723. DOI: 10.1080/0969594X.2021.1999210

18. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер; 2010. 720 с.

[Rubinshtejn S. L. Fundamentals of General Psychology. Saint Petersburg, Piter; 2010. 720 p. (In Russian.)]

19. Маркелова О. В. Методика развития познавательной активности студентов техникума в процессе обучения

информатике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Красноярск; 2019. 191 с.

[Markelova O. V. Methodology for the development of cognitive activity of students of a technical school in the process of teaching informatics. *Kand. ped. sci. diss.*: 13.00.02. Krasnoyarsk; 2019. 191 p. (In Russian.)]

20. Игнатьев Н. А. Кластерный анализ данных и выбор объектов-эталонов в задачах распознавания с учителем. *Вычислительные технологии*. 2015;20(6):36–45.

[Ignat'ev N. A. Cluster analysis and choice of standard objects in supervised pattern recognition problems. *Computational Technologies*. 2015;20(6):36–45. (In Russian.)]

#### Информация об авторах

**Баженова Ирина Васильевна**, канд. пед. наук, доцент базовой кафедры вычислительных и информационных технологий, Институт математики и фундаментальной информатики, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6960-0408>; *e-mail*: [ibagenova@sfu-kras.ru](mailto:ibagenova@sfu-kras.ru)

**Клунникова Маргарита Михайловна**, канд. пед. наук, доцент базовой кафедры вычислительных и информационных технологий, Институт математики и фундаментальной информатики, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-3657-1019>; *e-mail*: [mklunnikova@sfu-kras.ru](mailto:mklunnikova@sfu-kras.ru)

**Пак Николай Инсебович**, доктор пед. 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)

#### Information about the author

**Irina V. Bazhenova**, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Basic Department of Computing and Information Technologies, Institute of Mathematics and Fundamental Informatics, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-6960-0408>; *e-mail*: [ibagenova@sfu-kras.ru](mailto:ibagenova@sfu-kras.ru)

**Margarita M. Klunnikova**, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Basic Department of Computing and Information Technologies, Institute of Mathematics and Fundamental Informatics, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-3657-1019>; *e-mail*: [mklunnikova@sfu-kras.ru](mailto:mklunnikova@sfu-kras.ru)

**Nikolai I. Pak**, Doctor of Sciences (Education), 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. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-6271-9243>; *e-mail*: [nik@kspu.ru](mailto:nik@kspu.ru)

*Поступила в редакцию / Received*: 22.06.2022.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 11.07.2022.

*Принята к печати / Accepted*: 02.08.2022.

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-80-87

# МОДЕРНИЗАЦИЯ СОСТАВА ИКТ-КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕДАГОГОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ В ОБЛАСТИ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А. Ф. Климович<sup>1</sup> ✉, О. А. Минич<sup>1</sup><sup>1</sup> *Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, г. Минск, Беларусь*✉ [a\\_f\\_klim@mail.ru](mailto:a_f_klim@mail.ru)

## Аннотация

Анализ состояния подготовки учителей в области использования средств ИКТ в профессиональной деятельности, а также образовательных стандартов высшего образования по педагогическим специальностям показывает, что учебные дисциплины стандарта, отражающие проблематику применения средств ИКТ в образовании, не в полной мере затрагивают вопросы создания электронных образовательных ресурсов (ЭОР) и систем дистанционного обучения для автоматизации процессов сбора, обработки, продуцирования информации, информационного взаимодействия между участниками онлайн-обучения, планирования учебных занятий в урочное и внеурочное время, управления групповой, индивидуальной учебной, исследовательской деятельностью обучающихся в цифровой среде. В целом формируемые компетенции ориентированы на классическую модель обучения, недостаточно ясно и обобщенно описывают указанные выше особенности профессиональной деятельности педагога в цифровой среде. Разработанные на компетентностной основе образовательные стандарты специальностей, типовые учебные программы дисциплин, учебные планы подготовки выпускников составляют нормативно-методическую базу для модернизации образовательного процесса педагогических вузов. Состав ИКТ-компетенций педагогов в области методов электронного обучения и сетевого взаимодействия обоснован с учетом требований профессионально-квалификационного стандарта педагога, а также образовательных стандартов в системе высшего образования Республики Беларусь поколения 3+, Национальной и Европейской рамок квалификаций высшего образования. Анализ требований стандарта позволил выявить круг трудовых действий и функций, связанных с необходимостью развития и формирования определенных медиакомпетенций и ИКТ-компетенций педагога в процессе непрерывного педагогического образования. В статье приведена общая структура ИКТ-компетенций педагогов в области методов электронного обучения и сетевого взаимодействия, которые рекомендуется детализировать посредством разработки соответствующих дескрипторов. Приведенная структура ИКТ-компетенций также предназначена для разработки дескрипторов электронных курсов в системе дистанционного обучения Moodle для оценки качества педагогического образования в электронной информационно-образовательной среде вуза.

**Ключевые слова:** ИКТ-компетенции педагогов, электронное обучение, сетевое педагогическое взаимодействие, педагогическое образование.

## Для цитирования:

Климович А. Ф., Минич О. А. Модернизация состава ИКТ-компетенций педагогов для подготовки будущих учителей в области методов электронного обучения и сетевого взаимодействия. *Информатика и образование*. 2022;37(4):80–87. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-80-87

# MODERNIZING THE STRUCTURE OF EDUCATORS' ICT COMPETENCIES TO TRAIN FUTURE TEACHERS TO USE E-LEARNING METHODS AND NETWORKING

A. F. Klimovich<sup>1</sup> ✉, O. A. Minich<sup>1</sup><sup>1</sup> *Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Minsk, Belarus*✉ [a\\_f\\_klim@mail.ru](mailto:a_f_klim@mail.ru)

## Abstract

The research investigated teacher training in the area of using ICT tools in professional activity as well as educational standards of higher education in pedagogical specialties. The analysis has demonstrated that those academic disciplines of the standard that reflect the problems of employing ICT tools in education do not fully address the issues of creating electronic learning resources (ELR). Moreover, the same observation concerns developing distance learning systems. Such systems automate the processes of collecting, processing, producing information, information interaction between participants in online learning, planning learning sessions in class and out-of-class time as well as managing students' group, individual educational, and research activity in the digital environment.

© Климович А. Ф., Минич О. А., 2022

Basically, the competencies formed are oriented towards the classical learning model of education. Thus, they do not describe the above-mentioned specific features of the teacher's professional activity in the digital environment in a clear and general way. The educational specialty-specific standards, standard syllabuses of disciplines, and curricula to prepare graduates developed on a competence-based basis constitute the regulatory and methodological framework for modernizing the educational process at pedagogical universities. The structure of teachers' ICT competencies in the field of e-learning methods and networking is based on the requirements of the professional qualification standard of a teacher, the 3+ educational standards in the system of higher education of the Republic of Belarus as well as the National and European Qualifications Frameworks for Higher Education. The analysis of the requirements of the standard revealed a range of labor actions and functions associated with the need to form and develop certain media and ICT competencies of a teacher in the process of continuous pedagogical education. The article presents the general structure of teachers' ICT competencies in the field of e-learning and networking methods. It is recommended to detail these competencies through developing relevant descriptors. The given structure of ICT competencies is also intended for designing electronic course descriptors in the Moodle distance learning system to assess the quality of teacher education in university electronic information and educational environment.

**Keywords:** teachers' ICT competencies, e-learning, pedagogical networking, teacher education.

**For citation:**

Klimovich A. F., Minich O. A. Modernizing the structure of educators' ICT competencies to train future teachers to use e-learning methods and networking. *InformatICS and Education*. 2022;37(4):80–87. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-80-87

## 1. Введение

С конца 80-х годов XX века в системе педагогического образования Республики Беларусь, как и в других странах мира, одним из направлений профессиональной подготовки стало обучение в области использования средств информационно-коммуникационных технологий. Соответствующие учебные дисциплины на базе предметной области «Информатика» разработаны, внедрены в педагогические вузы и решают задачи по формированию компетенций по применению информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности. Из-за постоянного развития информационно-коммуникационных технологий, формирования научного аппарата информатизации образования, появления новых педагогических методов электронного обучения и сетевого педагогического взаимодействия в цифровой среде содержание педагогической подготовки в указанной области требует модернизации.

Актуальность исследования обусловлена обновлением образовательных стандартов в условиях формирования национальной системы качества педагогического образования в соответствии с международными стандартами и отсутствием комплексного подхода к подготовке кадров в области методологии электронного обучения в цифровой среде на всех этапах профессионального формирования. Рассматриваемая проблема определена конвергенцией педагогики и ИКТ, что инициирует трансформацию понимания ИКТ-компетенций педагога не только как технических навыков, а прежде всего как дидактических.

Цель статьи — определение ИКТ-компетенций педагогов для подготовки будущих учителей в области методов электронного обучения и сетевого взаимодействия в свете современных требований международных и национальных стандартов, выявление на этой основе возможного вектора дальнейшего развития учебной дисциплины «Информационные технологии в образовании», совершенствование методической системы обучения на базе электронной информационно-образовательной среды вуза.

Методами исследования выступает анализ нормативной базы высшего педагогического образования по обеспечению качества подготовки, содержания

рабочих программ учебных дисциплин, научно-методической литературы, связанной с теорией и методикой обучения информатике, информационным технологиям в образовании.

## 2. Проектирование ИКТ-компетенций на основе профессионально-квалификационного стандарта педагога

В Республике Беларусь обновляются образовательные стандарты в условиях формирования национальной системы качества педагогического образования [1]. С 2015 года в стране реализуется Концепция развития педагогического образования, определяющая основные направления по подготовке педагогических работников за счет опережающего учета запросов рынка труда, опоры на национально-культурные традиции, усиления практикоориентированности, модернизации такой подготовки в условиях цифровизации образования [2]. В соответствии с Концепцией образовательная деятельность на всех уровнях и ступенях подготовки педагогических работников предполагает обновление цели, содержания, форм, методов, технологий, ресурсного обеспечения на основе компетентного подхода и ориентирует на формирование компетенций как главного образовательного результата.

Принципы реализации компетентного подхода в высшем образовании уже предложены и обоснованы О. Л. Жук (2009): комплексность, взаимосвязь компетентного подхода с принципом гуманизации образовательного процесса, междисциплинарность и интегративность, содержательно-технологическая преемственность обучения и воспитания студентов, диагностичность [3]. Базовым отличием компетентного подхода в высшем образовании наряду с получением профессиональных знаний и умений является направленность на формирование важнейших личностных качеств: способности жить, работать и профессионально совершенствоваться в современном динамичном мире [4].

При разработке состава ИКТ-компетенций педагогов в основу исследования также легло положение о междисциплинарном синтезе предметных областей

«Педагогика» и «Информатика». Принцип междисциплинарности в рамках компетентного подхода выражается в проектировании и реализации системы межпредметного взаимодействия в профессиональной педагогической подготовке и предполагает актуализацию в учебном процессе многообразных связей, заложенных в содержании и дидактическом потенциале различных дисциплин. Данный принцип сообразен и междисциплинарной природе определенной научной области — информатики. Как отмечает Е. К. Хеннер (2008), информатика изучает общие закономерности, свойственные информационным процессам в самом широком смысле этого понятия. Многообразные информационные технологии, функционирующие в различных видах человеческой деятельности, образуют более узкие предметные области: «Историческая информатика», «Экономическая информатика», «Информационные технологии в образовании». Опора на междисциплинарный подход обусловлена также конвергенцией педагогической науки и информационных (в том числе цифровых) технологий [5]. Такая конвергенция рассматривается как совпадение, сходство, взаимный перенос существенных признаков и методов педагогической науки и цифровых информационных технологий, их взаимное влияние друг на друга, эволюционное сближение [6, 7].

Таким образом, анализ состояния подготовки педагогов к комплексному применению методов электронного обучения в системе педагогического образования на основе междисциплинарного подхода осуществляется в рамках двух основных образовательных областей: «Информатика» и «Педагогика». Показательно в этом отношении то, что междисциплинарность является сущностной характеристикой профессиональной компетентности и лежит в основе профессиональной подготовки в вузе. Сообразно с этим многие компетенции оказываются результатами обучения по нескольким учебным дисциплинам. Междисциплинарное взаимодействие при формировании определенной компетенции представляется весьма выраженным, следовательно, такую компетенцию можно с полным основанием считать интегративной по своей сути, т. е. объединяющей в своем составе влияние нескольких дисциплин.

Как отмечают И. Д. Рудинский, Н. А. Давыдова, С. В. Петров, в целом важной особенностью компетенции является комплексность ее содержания как результата образовательного процесса. В отличие от знаниевого, деятельностного и иных подходов, ориентированных в большей степени на приобретение конкретного объема знаний и умений, в основе любой компетенции лежат способность и готовность ее носителя к осуществлению определенного вида деятельности. Комплексность компетенции также проявляется в наличии большого числа квалификационных характеристик, т. е. знаниевых, функциональных, мотивационных и содержательных элементов, необходимых для осуществления целевой деятельности [8, с. 61]. Формирование всех элементов компетенций на

системной основе через определенную, дидактически выверенную учебную деятельность вооружает современного выпускника вуза инструментарием адаптации к решению новых профессиональных задач с требуемой эффективностью. Компетентный специалист скорее адаптируется при трудоустройстве, чем обычный квалифицированный специалист, в вузовской подготовке которого превалировал знаниевый подход [9]. В связи с этим опора на междисциплинарный подход позволяет сгладить противоречия в усвоении знаний, идей, методов и приемов исследования между науками и комплексно применять в профессиональной деятельности теорию и практику, полученные на основе изучения дисциплин [10].

В целом нормативно-методической базой для модернизации образовательного процесса педагогических вузов являются разработанные на компетентной основе образовательные стандарты специальностей, типовые учебные программы дисциплин, учебные планы подготовки выпускников. В Республике Беларусь основными механизмами разработки перечней компетенций являются Национальная рамка квалификаций высшего образования [11], дескрипторы соответствующих уровней Европейской рамки квалификаций, таксономия Блума. Общая структура компетенций описывается образовательными стандартами поколения 3+ Республики Беларусь (2018 год) и включает для специальностей высшего образования I ступени следующие компетенции: универсальные, базовые профессиональные и специализированные. Для специальностей высшего образования II ступени это универсальные, углубленные профессиональные и специализированные компетенции [12]. Усиление практикоориентированности профессиональной педагогической подготовки также является важным условием, влияющим на модернизацию состава ИКТ-компетенций.

При формировании ИКТ-компетенций помимо указанных документов необходимо опираться на Профессионально-квалификационный стандарт педагога. Профессиональный стандарт содержит «характеристику квалификации, необходимой для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, и является основой для разработки программ подготовки специалистов. Базовыми понятиями профессионального стандарта выступают: трудовые функции как система определенных трудовых действий, трудовые действия как описание процесса взаимодействия работника с предметом труда, при котором достигается выполнение определенной трудовой задачи, и компетенция как динамическая комбинация знаний, умения, способность их применения для успешного выполнения трудовых действий и в целом трудовых функций» [13]. В Профессионально-квалификационном стандарте педагога (далее — Стандарт) также нашли отражение ряд требований, имеющих отношение к владению и использованию ИКТ в профессиональной деятельности, а значит, к ИКТ-компетенциям. Структура требований Стандарта состоит из трех уровней: трудовые

функции (далее — ТФ), трудовые действия (далее — ТД), трудовые единицы (далее — ТЕ). Последний уровень представлен как таксономия следующего вида: знания — умения — ответственность [13]. Анализ требований Стандарта позволил выявить круг трудовых действий и функций, связанных с необходимостью развития и формирования определенных медиакомпетенций и ИКТ-компетенций педагога, формируемых в процессе непрерывного образования.

В ходе обоснования состава ИКТ-компетенций были учтены также рекомендации ЮНЕСКО [14] и Европейская система цифровой компетентности педагогов (DigCompEdu) [15] как научно обоснованная система, описывающая компетентность педагогов в области цифровых технологий. При этом цифровая компетентность в широком смысле понимается как уверенное, критическое и творческое использование ИКТ для достижения целей, связанных с работой, трудоустройством, обучением, досугом, участием в жизни общества.

Проведенный в ходе выполнения научно-исследовательских работ (НИР) ранее [16, 17] сравнительный анализ позволил доказать необходимость обновления содержания профессиональных компетенций для обеспечения комплексного применения методов электронного обучения и сетевого взаимодействия в педагогической практике. В целом ИКТ-компетентность педагога формируется в рамках общеобразовательного предмета «Информатика» (до обучения в вузе), в ходе получения высшего, дополнительного педагогического образования, а также самообразования. Однако с учетом развития новых технологий сетевого педагогического взаимодействия, практики обучения в период пандемии установлено, что в учебных программах недостаточно внимания уделяется педагогическому проектированию обучения в цифровой среде, организационным формам и методам электронного обучения, методам осуществления сетевого взаимодействия, обеспечению медиабезопасности субъектов образовательного процесса.

С целью совершенствования педагогической подготовки информационно-коммуникационная компетентность преподавателя по результатам нашего исследования определена как совокупность знаний, умений и навыков, формируемых в процессе обучения и самообучения информатике, информационным технологиям, педагогике электронного обучения на междисциплинарной основе, а также способность и готовность к выполнению педагогической деятельности в развивающейся цифровой среде.

Разработка состава ИКТ-компетенций педагогов осуществлена с учетом выявленных специфических характеристик электронного обучения, цифровой среды и модели электронного обучения как современного дидактического процесса в условиях информатизации и цифровизации образования (в составе общедидактического, методического, содержательного, педагогического и технологического аспектов), методологических основ подготовки педагогов к комплексному применению методов электронного

обучения и сетевого взаимодействия в развивающейся цифровой среде и анализа требований Профессионально-квалификационного стандарта педагога [13].

Представим уточненные нами характеристики единиц Профессионально-квалификационного стандарта педагога как основу формирования состава ИКТ-компетенций педагогов в области методов электронного обучения и сетевого взаимодействия.

В частности, ТФ-1 «Организовывать процесс обучения», ТФ-2 «Организовывать процесс воспитания» в качестве описания трудовых единиц, имеющих отношение к осуществлению электронного обучения, содержат следующие требования: *знания инновационных подходов по осуществлению электронного обучения в цифровой среде, применение их в образовательном процессе, способность распространять накопленный опыт электронного обучения; способность выявлять, оценивать и выбирать электронные образовательные ресурсы для поддержки и улучшения преподавания и обучения в цифровой среде; умение структурировать и управлять контентом, совместно работать и оценивать образовательные результаты в цифровой среде.*

ТФ-3 «Создавать развивающую образовательную среду» конкретизируется как создание развивающей цифровой среды, являющейся неотъемлемым компонентом образовательной среды. В этом случае в качестве трудовых функций выступают *знание функций и современных технологий сопровождения индивидуального развития обучающихся в цифровой среде, владение технологиями педагогического дизайна по разработке электронных образовательных ресурсов, владение методами и технологиями диагностики виртуальной агрессии и насилия, методами профилактики компьютерной и игровой зависимости.* Опираясь на эти знания, педагог должен обладать навыками *использования ресурсов интернета для саморазвития обучающихся, разрабатывать электронные образовательные ресурсы, поддерживать обучающихся, ставших жертвами виртуальной агрессии.*

Эффективность осуществления ТФ-4 «Обеспечивать нормативное и учебно-методическое сопровождение образовательного процесса» заключается в наличии у педагогов *знаний о возможностях использования ИКТ для разработки, обновления учебно-методического обеспечения электронного обучения в цифровой среде, а также способов пополнения образовательных порталов для организации сетевого взаимодействия участников образовательного процесса.* Обязательным требованием является *использование этих знаний в своей профессиональной педагогической деятельности, способность обобщать опыт применения программного обеспечения для создания учебно-методического обеспечения, развития цифровой среды электронного обучения.*

ТФ-5 «Осуществлять исследовательскую и инновационную деятельность» в контексте нашего исследования конкретизируется в наличии *знаний современных тенденций и направлений развития*

цифровой среды, методик и технологий электронного обучения, методов сетевого педагогического взаимодействия.

В данном контексте педагог способен анализировать и фиксировать проблемы и перспективы развития информационных систем и технологий, умеет генерировать новые идеи и проекты, ориентированные на высокоинновационные и сложные цифровые технологии в образовании, разрабатывать новые педагогические модели электронного обучения, сетевого педагогического взаимодействия.

ТФ-6 «Осуществлять социальное взаимодействие в образовательных целях» рассматривается в контексте осуществления сетевого педагогического взаимодействия в цифровой среде в образовательных целях со всеми субъектами образовательного процесса. В связи с этим на первый план выходят знания и навыки использования инструментов цифровой среды для организации сетевого взаимодействия, умение работать в команде профессиональных сетевых объединений, способность планировать, целенаправленно выбирать цифровые технологии и организовывать сетевое сопровождение учебных и внеучебных мероприятий с различными участниками образовательного процесса.

ТФ-7 «Осуществлять личностно-профессиональное саморазвитие» определяет важность знаний и умений использования цифровых и ИКТ-технологий для сотрудничества с другими преподавателями, самооценки профессионального уровня, обмена опытом электронного обучения, осуществления самообразования, преодоления профессиональных затруднений, способность использовать сетевые педагогические сообщества в качестве источника собственного профессионального роста, способность поддерживать коллег в развитии их ИКТ-компетенций.

### 3. Состав медиакомпетенций и ИКТ-компетенций педагогов для формирования учебно-методического обеспечения в соответствии с современными требованиями

На основе уточнения единиц Профессионально-квалификационного стандарта педагога в области методов электронного обучения и сетевого взаимодействия состав ИКТ-компетенций педагогов, формируемых в процессе педагогической подготовки в рамках предметной области «Информатика» на основе междисциплинарного взаимодействия с предметной областью «Педагогика», представлен такими компонентами, как:

- общепользовательские ИКТ-компетенции, представляющие собой описание универсальных компетенций для организации электронного обучения и сетевого взаимодействия в цифровой среде и используемые для разработки содержания педагогической подготовки, переподготовки и повышения квалификации;

- общепедагогические ИКТ-компетенции в составе базовых и углубленных профессиональных компетенций для формирования содержания педагогической подготовки на I и II ступенях высшего образования по организации электронного обучения и сетевого взаимодействия в цифровой среде;
- предметно-педагогические ИКТ-компетенции, представляющие собой описание специализированных компетенций по организации электронного обучения и сетевого взаимодействия в цифровой среде и выступающие основой формирования содержания педагогического образования в рамках определенных предметных областей на уровне высшего и дополнительного образования.

**1. Общепользовательские ИКТ-компетенции** (универсальные компетенции) включают группу технологических ИКТ-компетенций, связанных с использованием различных средств ИКТ для формирования цифровой среды обучения и осуществления учебного взаимодействия:

1.1. Владение навыками работы с компьютером, пакетами прикладного программного обеспечения, средствами ИКТ, периферийными устройствами в повседневной и профессиональной деятельности.

1.2. Соблюдение правил техники безопасности, владение приемами снижения факторов возможного вредного влияния средств ИКТ на состояние здоровья.

1.3. Владение навыками поиска, анализа и систематизации информации в интернете и базах данных.

1.4. Понимание этических и правовых норм использования ИКТ, цифровых ресурсов, сетевой коммуникации.

1.5. Владение способами и средствами обеспечения безопасности информации при создании электронного учебно-методического обеспечения для цифровой среды.

1.6. Владение приемами создания личной профессионально ориентированной цифровой среды, организации аудио-, видео- и текстовой коммуникации.

1.7. Способность формулирования потребностей по обновлению, модернизации, устранению технических неполадок в работе программно-аппаратного обеспечения для образовательного процесса.

**2. Общепедагогические ИКТ-компетенции (базовые компетенции)** включают в свой состав группы общедидактических и педагогических ИКТ-компетенций.

2.1. *Группа общедидактических ИКТ-компетенций, обеспечивающих осуществление электронного обучения как целостного педагогического процесса в цифровой среде, включает:*

2.1.1. Выбор оптимальных форм, методов и технологий электронного обучения, электронных образовательных ресурсов.

2.1.2. Владение навыками отбора и разработки электронного учебного материала в соответствии с поставленными целями и задачами.

2.1.3. Владение навыками управления процессом электронного обучения на основе специализированных систем, платформ для организации обратной связи.

2.1.4. Разработку и применение средств контроля и оценки учебных достижений обучающихся на основе доступных программных средств, онлайн-сервисов и платформ.

2.1.5. Использование эффективных способов организации самостоятельной учебной работы обучающихся с применением ИКТ.

2.1.6. Способность совершенствования процесса обучения за счет апробации и внедрения новых технологий электронного обучения и сетевого взаимодействия.

2.1.7. Способность развивать новые средства и технологии здоровьесберегающей цифровой среды.

*2.2. Группа педагогических ИКТ-компетенций. Данная группа, обеспечивающая осуществление сетевого педагогического взаимодействия, детерминированного специальной планомерной организацией и целенаправленно создаваемой цифровой средой и ориентированного на развитие способностей индивида к самостоятельной организации собственного процесса познания, постоянного совершенствования интеллектуального потенциала, охватывает:*

2.2.1. Знание современных педагогических технологий сетевого сопровождения индивидуального развития обучающихся в цифровой среде.

2.2.2. Владение соответствующими программными средствами для разработки учебно-методического обеспечения педагогического взаимодействия в цифровой среде.

2.2.3. Владение навыками и умениями подготовки и проведения учебных мероприятий, выступлений, обсуждений, консультаций в цифровой среде.

2.2.4. Способность осуществлять педагогическую деятельность в цифровой среде и постоянное ее отображение (документирование) в соответствии с задачами планирования и объективного анализа образовательного процесса, прозрачности и понятности образовательного процесса для всех участников.

2.2.5. Способность осуществлять процесс воспитания на рефлексивной основе с применением технологий сетевого педагогического взаимодействия.

2.2.6. Способность выполнять функцию модератора сетевого сообщества педагогов, других участников образовательного процесса.

2.2.7. Способность осуществлять совместную разработку и совершенствование организационных, коммуникационных стратегий в цифровой среде.

*2.3. Общепедагогические ИКТ-компетенции (углубленные профессиональные компетенции), описывающие группу содержательных ИКТ-компетенций, связанных с набором конкретных приемов, технологий, методов разработки электронных учебно-методических материалов для электронного обучения, которые позволяют осуществлять*

*педагогические измерения в цифровой среде для управления познавательным процессом, включают:*

2.3.1. Знание и соблюдение психолого-педагогических, нормативных требований, авторских прав при разработке электронных учебно-диагностических материалов.

2.3.2. Владение методами и цифровыми средствами педагогических измерений в цифровой среде, включающими квалиметрические методы оценки качества образования, математические методы обработки статистических данных.

2.3.3. Владение методами разработки различных форматов оценивания учебных результатов в цифровой среде для повышения эффективности управления электронным обучением, модернизации содержания электронных учебно-диагностических материалов и форм оценивания.

2.3.4. Владение навыками создания и применения дескрипторов компетенций обучающихся в цифровой среде для повышения эффективности электронного обучения.

2.3.5. Способность к освоению новых автоматизированных информационных систем для осуществления педагогических измерений в цифровой среде.

2.3.6. Владение навыками использования цифровых инструментов для оценки и мониторинга прогресса обучения и понимания необходимости оказания дополнительной педагогической поддержки.

2.3.7. Способность использования технических средств и интернета для самооценки профессионального уровня, налаживания профессионального взаимодействия по обмену инновационным опытом.

**3. Предметно-педагогические ИКТ-компетенции (специализированные компетенции)** ориентируют на формирование группы методических ИКТ-компетенций, связанных с осуществлением электронного обучения как совокупности педагогических методов, цифровых технологий и средств в рамках одного или нескольких предметов (области знания), и охватывают:

3.1. Владение умениями по разработке, постоянному поиску, анализу, обновлению методов и технологий электронного обучения в цифровой среде одного или нескольких предметов (области знания).

3.2. Знание, постоянное обновление и разработка актуальных и достоверных электронных образовательных ресурсов в рамках одного или нескольких предметов (области знания).

3.3. Владение навыками оценивания качества электронных образовательных ресурсов (источников, цифровых инструментов) по отношению к заданным образовательным задачам их использования.

3.4. Способность осуществления профессионального взаимодействия по вопросам развития цифровой среды определенного предмета, области знания на междисциплинарной основе, осуществления сетевой методической поддержки педагогов.

3.5. Владение методами педагогической поддержки развития и саморазвития учащихся в цифровой

среде одного или нескольких предметов (области знания).

3.6. Владение методами разработки гибридных форм обучения, включающих онлайн- и традиционные аудиторные занятия.

3.7. Использование инструментов активного вовлечения, дифференциации и персонализации учебной деятельности в цифровой среде при реализации содержательного компонента изучаемого предмета (области знания) в работе обучающихся.

Для оптимальной педагогической подготовки по комплексному применению методов электронного обучения и сетевого взаимодействия разработанный перечень ИКТ-компетенций необходимо представлять в виде иерархии в соответствии с таксономией Блума, которая позволит наиболее полно раскрыть и детализировать дескрипторы выделенных ИКТ-компетенций.

## 4. Выводы

С учетом необходимости модернизации педагогической подготовки в свете трансформации дидактики в условиях информатизации и цифровизации образования, расширения практики электронного обучения и сетевого педагогического взаимодействия состав ИКТ-компетенций педагогов был уточнен с учетом требований национальных и международных стандартов. Основываясь на том, что заданные общие рамки профессиональных компетенций могут уточняться и детализироваться, представленный состав ИКТ-компетенций направлен на осуществление определенных трудовых действий в области электронного обучения и сетевого педагогического взаимодействия в цифровой среде.

Педагогическая подготовка в области электронного обучения и сетевого взаимодействия рассматривается как гармоничное сочетание теоретической и практической составляющих образовательного процесса на основе определения учебных целей в виде компетенций, представленных обобщенными группами подробных диагностируемых дескрипторов, измеряемых средствами цифровой среды педагогического вуза. Педагогическая подготовка в цифровой среде вуза приобретает ярко выраженный развивающий и субъектный характер — через «погружение», активное участие в сетевом учебном взаимодействии, реализации сетевых образовательных проектов в рамках педагогической практики, расширении спектра факультативных учебных дисциплин и дисциплин по выбору.

Опора на междисциплинарный подход при разработке состава ИКТ-компетенций педагогов в области методов электронного обучения и сетевого взаимодействия позволила обосновать необходимость интегрировать содержание предметных областей «Информатика» и «Педагогика» через соответствующее конструирование учебных программ, организацию методов обучения, детальное проектирование дескрипторов компетенций и образовательного контента для электронных и онлайн-курсов.

## Финансирование

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (ГР № 20211215).

## Funding

The article was prepared with the financial support of the Ministry of Education of the Republic of Belarus (SR № 20211215).

## Список источников / References

1. Титаренко Л. Г., Заславская М. И. Болонский процесс в Армении и Беларуси: успехи и проблемы. *Высшее образование в России*. 2020;29(4):136–145. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-4-136-145  
[Titarenko L. G., Zaslavskaya M. I. Bologna process in Armenia and Belarus: Successes and problems. *Higher Education in Russia*. 2020;29(4):136–145. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-4-136-145]
2. Концепция развития педагогического образования в Республике Беларусь на 2021–2025 годы. Министерство образования Республики Беларусь. Режим доступа: <https://kluster.bspu.by/cluster-inform-support/normativnaja-dokumentacija/proekt-koncepcii-razvitiya-pedagogicheskogo-obrazovanija-na-2021-2025-gody/>  
[The Concept for the development of teacher education in the Republic of Belarus for 2021–2025. (In Russian.) Available at: <https://kluster.bspu.by/cluster-inform-support/normativnaja-dokumentacija/proekt-koncepcii-razvitiya-pedagogicheskogo-obrazovanija-na-2021-2025-gody/>]
3. Жук О. Л. Педагогическая подготовка студентов: компетентностный подход. Минск: РИВШ; 2009. 336 с.  
[Zhuk O. L. Pedagogical training of students: Competence-based approach. Minsk, RIVSh; 2009. 336 p. (In Russian.)]
4. Хеннер Е. К. Профессиональные знания и профессиональные компетенции в высшем образовании. *Образование и наука*. 2018;20(2):9–31. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-2-9-31  
[Khenner E. K. Professional knowledge and professional competencies in higher education. *The Education and Science Journal*. 2018;20(2):9–31. (In Russian.) DOI: 10.17853/1994-5639-2018-2-9-31]
5. Хеннер Е. К. Формирование ИКТ-компетентности учащихся и преподавателей в системе непрерывного образования. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2008. 188 с.  
[Khenner E. K. Formation of ICT competence of students and teachers in the system of continuous education. Moscow, BINOM. Laboratory of Knowledge; 2008. 188 p. (In Russian.)]
6. Robert I. V., Mukhametzyanov I. S., Arinushkina A. A., Kastornova V. A., Martirosyan L. P. Forecast of the development of education informatization. *Espacios*. 2017;(38(40)):32.
7. Роберт И. В. Развитие понятийного аппарата педагогики: цифровые информационные технологии образования. *Педагогическая информатика*. 2019;(1):108–121.  
[Robert I. V. The development of the conceptual apparatus of pedagogy: Digital information technologies of education. *Pedagogical Informatics*. 2019;(1):108–121. (In Russian.)]
8. Рудинский И. Д., Давыдова Н. А., Петров С. В. Компетентность. Компетентность. Компетентностный подход. М.: Горячая линия — Телеком; 2018. 240 с.  
[Rudinsky I. D., Davidova N. A., Petrov S. V. Competency. Competence. Competence approach. Moscow, Hot line — Telecom; 2018. 240 p. (In Russian.)]
9. Аюпова М. А., Попова Н. В. Междисциплинарная сущность компетентностного подхода в высшем образовании. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки*. 2011;(4(136)):76–80. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnaya-suschnost-kompetentnostnogo-podhoda-v-vysshem-obrazovanii>

[Akopova M. A., Popova N. V. Interdisciplinary essence of the competence-based approach in higher education. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Humanities and Social Sciences*. 2011;(4(136)):76–80. (In Russian.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnaya-suschnost-kompetentnostnogo-podhoda-v-vysshem-obrazovanii>]

10. Крепс Т. В. Междисциплинарный подход в исследованиях и преподавании: преимущества и проблемы применения. *Научный вестник Южного института менеджмента*. 2019;(1(25)):115–120. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnyy-podhod-v-issledovaniyah-i-prepodavanii-preimuschestva-i-problemy-primeneniya>

[Kreps T. V. Interdisciplinary approach in research and teaching: Advantages and problems of application. *Scientific Bulletin of the Southern Institute of Management*. 2019;(1(25)):115–120. (In Russian.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnyy-podhod-v-issledovaniyah-i-prepodavanii-preimuschestva-i-problemy-primeneniya>]

11. Национальная рамка квалификаций высшего образования Республики Беларусь. Режим доступа: <https://edustandart.by/baza-dannykh/normativnye-pravovye-dokumenty/item/3062-natsionalnaya-ramka-kvalifikatsiy-vysshego-obrazovaniya-respubliki-belarus>

[National frame of qualifications of higher education of the Republic of Belarus. (In Russian.) Available at: <https://edustandart.by/baza-dannykh/normativnye-pravovye-dokumenty/item/3062-natsionalnaya-ramka-kvalifikatsiy-vysshego-obrazovaniya-respubliki-belarus>]

12. Методические рекомендации по проектированию новых образовательных стандартов и учебных планов (поколение 3+). Министерство образования Республики Беларусь. Режим доступа: [http://nihe.bsu.by/images/norm-c/norm-doc/nd\\_metodicheskie-rekomendatsii-po-proektirovaniyu-novykh-ostandartov-i-uch-planov-pokolenie-3.pdf](http://nihe.bsu.by/images/norm-c/norm-doc/nd_metodicheskie-rekomendatsii-po-proektirovaniyu-novykh-ostandartov-i-uch-planov-pokolenie-3.pdf)

[Methodical recommendations for the design of new educational standards and curricula (generation 3+)]. Ministry of Education of the Republic of Belarus. (In Russian.) Available at: [http://nihe.bsu.by/images/norm-c/norm-doc/nd\\_metodicheskie-rekomendatsii-po-proektirovaniyu-novykh-ostandartov-i-uch-planov-pokolenie-3.pdf](http://nihe.bsu.by/images/norm-c/norm-doc/nd_metodicheskie-rekomendatsii-po-proektirovaniyu-novykh-ostandartov-i-uch-planov-pokolenie-3.pdf)]

13. Профессионально-квалификационный стандарт педагога и вопросы его реализации: методические рекомендации: А. В. Торхова, А. В. Позняк, Е. Ф. Карпиевич. Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка». Минск: БГПУ; 2018. 140 с.

[The professionally-qualifying standard of the teacher and the issues of its implementation: Methodological recommendations: A. V. Torkhova, A. V. Poznyak, E. F. Karpievich. The Ministry of Education of the Republic of Belarus, the institution of education “Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank”. Minsk, BSPU; 2018. 140 p. (In Russian.)]

14. ISTE Standards for Educators. Available at: <https://www.iste.org/standards/iste-standards-for-teachers>

15. Брольпито А. Цифровые навыки и компетенция, цифровое и онлайн-обучение. Режим доступа: [https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2019-08/dsc\\_and\\_dol\\_ru\\_0.pdf](https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2019-08/dsc_and_dol_ru_0.pdf)

[Brol'pito A. Digital skills and competency, digital and online training. (In Russian.) Available at: [https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2019-08/dsc\\_and\\_dol\\_ru\\_0.pdf](https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2019-08/dsc_and_dol_ru_0.pdf)]

16. Иванова С. В. Анализ современного состояния подготовки педагогов к комплексному применению методов электронного обучения на основе междисциплинарного

подхода в системе дополнительного образования взрослых. *Материалы V международной научной конференции «Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании», г. Красноярск, 2021*. В 2 ч. Ч. 2. Красноярск; 2021:509–514.

[Ivanova S. V. Analysis of the current state of preparation of teachers for the comprehensive application of electronic learning methods based on the interdisciplinary approach in the system of additional education of adults. *Proceeding V International Conference “Informatization of Education and E-learning Methodology: Digital Technologies in Education”*, Krasnoyarsk, 2021. In 2 Parts. P. 2. Krasnoyarsk; 2021:509–514. (In Russian.)]

17. Скриба А. Н. Сравнительный анализ современного состояния подготовки педагогов к комплексному применению методов электронного обучения в рамках учебных планов педагогических специальностей на уровне I и II ступени высшего образования. *Материалы V международной научной конференции «Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании», г. Красноярск, 2021*. В 2 ч. Ч. 1. Красноярск; 2021:457–461.

[Skriba A. N. Comparative analysis of the current state of teacher training for the integrated application of e-learning methods within the curricula of pedagogical specialties at the level of I and II stages of higher education. *Proceeding V International Conference “Informatization of Education and E-learning Methodology: Digital Technologies in Education”*. Krasnoyarsk, 2021. In 2 Parts. P. 1. Krasnoyarsk; 2021:457–461. (In Russian.)]

18. Минич О. А. Модель электронного обучения в педагогическом образовании как цифровая экосистема. *Весті БДПУ. Серія 1. Педагогіка. Психологія. Філологія*. 2020;(4(106)):20–28.

[Minich O. A. Model of electronic learning in pedagogical education as a digital ecosystem. (In Russian.). *BSPU Bulletin. Series 1. Pedagogy. Psychology. Philology*. 2020;(4(106)):20–28. (In Russian.)]

19. Minich O. A. The terms framework formation for e-learning in pedagogical science and practice. *Journal of Contemporary Issues in Business and Government*. 2021;27(3):551–559. DOI: 10.47750/cibg.2021.27.03. Available at: [https://cibg.org.au/article\\_10879.html](https://cibg.org.au/article_10879.html)

#### Информация об авторах

**Климович Анна Федоровна**, канд. пед. наук, доцент, декан физико-математического факультета, Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, г. Минск, Беларусь; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0264-8401>; *e-mail*: [a\\_f\\_klim@mail.ru](mailto:a_f_klim@mail.ru)

**Минич Оксана Анатольевна**, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий в образовании физико-математического факультета, Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, г. Минск, Беларусь; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9948-6298>; *e-mail*: [minich@bspu.by](mailto:minich@bspu.by)

#### Information about the authors

**Anna F. Klimovich**, Candidate of Sciences (Education), Docent, Dean of the Faculty of Physics and Mathematics, Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Minsk, Belarus; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-0264-8401>; *e-mail*: [a\\_f\\_klim@mail.ru](mailto:a_f_klim@mail.ru)

**Oksana A. Minich**, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department of Information Technologies in Education of the Faculty of Physics and Mathematics, Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Minsk, Belarus; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-9948-6298>; *e-mail*: [minich@bspu.by](mailto:minich@bspu.by)

*Поступила в редакцию / Received*: 01.04.2022.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 02.06.2022.

*Принята к печати / Accepted*: 14.06.2022.

## ПОДПИСКА

### Журнал «Информатика и образование»

Индекс подписки  
на 2-е полугодие 2022 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»):**

<http://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»:**

<http://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»:**

<http://infojournal.ru/authors/faq/>

а также в редакции ИНФО:

*E-mail:* [readinfo@infojournal.ru](mailto:readinfo@infojournal.ru)

*Телефон:* +7 (495) 140-19-86

# ХІХ ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ ИНФО-2022

## НОМИНАЦИИ КОНКУРСА

1. Инновации в методике обучения информатике.
2. Технологии искусственного интеллекта в сфере образования.
3. Цифровизация образовательной организации и учебного процесса.
4. Развитие профессиональных компетенций педагогов в контексте цифровизации системы образования.

## СРОКИ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ КОНКУРСА

1. Работы на конкурс принимаются с 1 октября по 15 декабря 2022 года включительно.
2. Итоги конкурса будут подведены до 1 февраля 2023 года и опубликованы на сайте издательства «Образование и Информатика».
3. Лучшие работы будут опубликованы в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе» в 2023 году.

Заявки на участие в конкурсе принимаются только через заполнение формы на сайте издательства «Образование и Информатика».

К участию в конкурсе могут быть представлены работы как от одного автора, так и от группы авторов. Представленные на конкурс материалы должны быть оригинальными — не опубликованными ранее в печатных или электронных изданиях, в том числе в сети Интернет.

## ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

<http://infojournal.ru/competition/info-2022/>

