

# ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

№ 5'2020

ISSN 0234-0453

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





# 1С:ПЛАНОВОЕ ПИТАНИЕ



## ДИЕТОЛОГ

Бракераж  
Составление меню  
Корректировка меню  
Накопительная ведомость  
Разработка рациона питания



## КЛАДОВЩИК

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



## БУХГАЛТЕР

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



## ЗАВЕДУЮЩИЙ СТОЛОВОЙ

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

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич**  
чл.-корр. РАО, доктор тех. наук,  
профессор, Институт цифрового  
образования Московского  
городского педагогического  
университета, зав. кафедрой  
информатики и прикладной  
математики

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**БОЛОТОВ Виктор Александрович**  
академик РАО, доктор пед. наук,  
профессор, Центр мониторинга  
качества образования Института  
образования НИУ «Высшая школа  
экономики», научный руководитель

**ВАСИЛЬЕВ Владимир Николаевич**  
чл.-корр. РАН, чл.-корр. РАО,  
доктор тех. наук, профессор,  
Санкт-Петербургский национальный  
исследовательский университет  
информационных технологий,  
механики и оптики, ректор

**ГРИНШКУН Вадим Валерьевич**  
доктор пед. наук, профессор,  
Институт цифрового образования  
Московского городского  
педагогического университета,  
зав. кафедрой информатизации  
образования

**КУЗНЕЦОВ Александр Андреевич**  
академик РАО, доктор пед. наук,  
профессор

**ЛАПЧИК Михаил Павлович**  
академик РАО, доктор  
пед. наук, профессор,  
Омский государственный  
педагогический университет,  
зав. кафедрой информатики  
и методики обучения информатике

**НОВИКОВ Дмитрий Александрович**  
чл.-корр. РАН, доктор тех. наук,  
профессор, Институт проблем  
управления РАН, директор

**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

**СМОЛЯНИНОВА Ольга Георгиевна**  
академик РАО, доктор пед. наук,  
профессор, Институт педагогики,  
психологии и социологии Сибирского  
федерального университета,  
директор

**ХЕННЕР Евгений Карлович**  
чл.-корр. РАО, доктор  
физ.-мат. наук, профессор,  
Пермский государственный  
национальный исследовательский  
университет, зав. кафедрой  
информационных технологий

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

**ДАГЕНЕ Валентина Антановна**  
доктор наук, Факультет математики  
и информатики Вильнюсского  
университета (Литва), профессор

**СЕНДОВА Евгения**  
Ph.D., Институт математики  
и информатики Болгарской  
академии наук (София, Болгария),  
доцент, ст. научный сотрудник

**СЕРГЕЕВ Ярослав Дмитриевич**  
доктор физ.-мат. наук, профессор,  
Университет Калабрии  
(Козенца, Италия), профессор

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

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

Учредители:

- Российская академия образования
- Издательство «Образование и Информатика»

## Содержание

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

**Рабинович П. Д., Заведенский К. Е., Кушнер М. Э., Храмов Ю. Е., Мелик-Парсаданов А. Р.** Цифровая трансформация образования: от изменения средств к развитию деятельности ..... 4

**Grigoriev S. G., Sabitov R. A., Smirnova G. S., Sabitov Sh. R.** The concept of the formation and development of a digital intellectual ecosystem of blended university learning ..... 15

### ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

**Тарануха С. Н., Кузьмин А. А., Савельева М. Н.** Квалиметрическая модель сформированности компетенций выпускника основных образовательных программ ..... 24

**Кузьмина Е. А., Низамова Г. Ф.** Формирование учебного плана на основе графовой модели ..... 33

### ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ТЕСТЫ

**Харламенко И. В., Воног В. В.** Обратная связь как форма контроля в техногенной образовательной среде ..... 44

**Сидоренко А. С.** Оптимизация компьютерного тестирования студентов: минимизация влияния на ответы помощи интернета ..... 50

**Куприянов Р. Б.** Применение технологий компьютерного зрения для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время групповой работы ..... 56

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

**EDITOR-IN-CHIEF**

**Sergey G. GRIGORIEV**,  
Corresponding Member of RAE,  
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head  
of the Department of Informatics  
and Applied Mathematics, Institute  
of Digital Education, Moscow City  
University (Moscow, Russia)

**EDITORIAL BOARD**

**Victor A. BOLOTOV**,  
Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.),  
Professor, Academic Supervisor of  
the Center of Institute of Education,  
Higher School of Economics (Moscow,  
Russia)

**Vladimir N. VASILIEV**,  
Corresponding Member of RAS,  
Corresponding Member of RAE,  
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Rector  
of Saint Petersburg National  
Research University of Information  
Technologies, Mechanics and Optics  
(St. Petersburg, Russia)

**Vadim V. GRINSHKUN**,  
Dr. Sci. (Edu.), Professor, Head of the  
Department of Informatization  
of Education, Institute of Digital  
Education, Moscow City University  
(Moscow, Russia)

**Alexander A. KUZNETSOV**,  
Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.),  
Professor (Moscow, Russia)

**Michail P. LAPCHIK**,  
Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.),  
Professor, Head of the Department  
of Informatics and Informatics  
Teaching Methods, Omsk State  
Pedagogical University (Omsk, Russia)

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

**Alexei L. SEMENOV**,  
Academician of RAS, Academician  
of RAE, Dr. Sci. (Phys.-Math.),  
Professor, Director of the Institute  
for Cybernetics and Informatics  
in Education 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)

**Evgeniy K. KHENNER**,  
Corresponding Member of RAE,  
Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Head  
of the Department of Information  
Technologies of Perm State University  
(Perm, Russia)

**Curtis Jay BONK**,  
Ph.D., Professor of the School  
of Education of Indiana University  
in Bloomington (Bloomington, USA)

**Valentina DAGIENÉ**,  
Dr. (HP), Professor at the Department  
of Didactics of Mathematics and  
Informatics, Faculty of Mathematics  
and Informatics, Vilnius University  
(Vilnius, Lithuania)

**Evgenia SENDOVA**,  
Ph.D., Associate Professor, Institute  
of Mathematics and Informatics  
of Bulgarian Academy of Sciences  
(Sofia, Bulgaria)

**Yaroslav D. SERGEYEV**,  
Ph.D., D.Sc., D.H.C., Distinguished  
Professor, Professor, University  
of Calabria (Cosenza, Italy)

**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)

**Founders:**

- The Russian Academy of Education
- The Publishing House "Education and Informatics"

**Table of Contents****GENERAL ISSUES**

**P. D. Rabinovich, K. E. Zavedenskiy, M. E. Kushnir, Yu. E. Khramov, A. R. Melik-Parsadanov.** Digital transformation of education: From changing funds to developing activities .....4

**S. G. Grigoriev, R. A. Sabitov, G. S. Smirnova, Sh. R. Sabitov.** The concept of the formation and development of a digital intellectual ecosystem of blended university learning ..... 15

**PEDAGOGICAL EXPERIENCE**

**S. N. Taranukha, A. A. Kuzmin, M. N. Saveleva.** Qualimetric model of maturity of competencies for graduates of basic educational programs..... 24

**E. A. Kuzmina, G. F. Nizamova.** Curriculum development based on the graph model ..... 33

**PEDAGOGICAL MEASUREMENTS AND TESTS**

**I. V. Kharlamenko, V. V. Vonog.** Feedback as a form of control in a technogenic educational environment ..... 44

**A. S. Sidorenko.** Optimization of computer testing of students: Minimizing the impact of Internet on responses..... 50

**R. B. Kupriyanov.** Application of computer vision technologies for automatic data collection about emotions of students during group work..... 56

---

**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**



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ОБРАЗОВАНИЕ  
И ИНФОРМАТИКА

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

КУЗНЕЦОВ Александр Андреевич  
*председатель редакционного совета, академик РАО,  
доктор педагогических наук, профессор*

БОСОВА Людмила Леонидовна

ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

ЕЛИЗАРОВ Александр Михайлович

КАРАКОЗОВ Сергей Дмитриевич

КИРИЛЛОВА Ольга Владимировна

КРАВЦОВ Сергей Сергеевич

НОСКОВ Михаил Валерианович

РАБИНОВИЧ Павел Давидович

РОДИОНОВ Михаил Алексеевич

РЫБАКОВ Даниил Сергеевич

УВАРОВ Александр Юрьевич

ХРИСТОЧЕВСКИЙ Сергей Александрович

ЧЕРНОБАЙ Елена Владимировна

**РЕДАКЦИЯ**

**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

**Корректор** ШАРАПКОВА Людмила Михайловна

**Верстка** ФЕДОТОВ Дмитрий Викторович

**Дизайн** ГУБКИН Владислав Александрович

**Отдел распространения и рекламы**

КОПТЕВА Светлана Алексеевна

КУЗНЕЦОВА Елена Александровна

PUBLISHING HOUSE  
EDUCATION  
AND INFORMATICS

**EDITORIAL COUNCIL**

Alexander A. KUZNETSOV  
*Chairman of the Editorial Council, Academician of the Russian  
Academy of Education, Doctor of Sciences (Education), Professor*

Lyudmila L. BOSOVA

Sergey G. GRIGORIEV

Aleksandr M. ELIZAROV

Sergey D. KARAKOZOV

Olga V. KIRILLOVA

Sergey S. KRAVTSOV

Mikhail V. NOSKOV

Pavel D. RABINOVICH

Mikhail A. RODIONOV

Daniil S. RYBAKOV

Alexander Yu. UVAROV

Sergey A. CHRISTOCHEVSKY

Elena V. CHERNOBAY

**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

**Proofreader** Lyudmila M. SHARAPKOVA

**Layout** Dmitry V. FEDOTOV

**Design** Vladislav A. GUBKIN

**Distribution and Advertising Department**

Svetlana A. KOPTEVA

Elena A. KUZNETSOVA

Дизайн обложки данного выпуска журнала: Gerd Altmann — Pixabay

Присланные рукописи не возвращаются.

Ответственность за достоверность фактов несут авторы публикуемых материалов.

Воспроизведение или использование другим способом любой части издания без согласия редакции является незаконным и влечет ответственность, установленную действующим законодательством РФ.

При цитировании ссылка на журнал «Информатика и образование» обязательна.

**Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов.**

**Подписные индексы**

в каталоге «Роспечать»

**70423** — индивидуальные подписчики

**73176** — предприятия и организации

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

Издатель ООО «Образование и Информатика»

119261, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 82/2, комн. 6

Тел./факс: (495) 140-19-86

E-mail: [readinfo@infojournal.ru](mailto:readinfo@infojournal.ru)

Сайт издательства: <http://infojournal.ru/>

Сайт журнала: <https://info.infojournal.ru/>

Почтовый адрес: 119270, г. Москва, а/я 15

Подписано в печать 29.06.20.

Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 8,0

Тираж 2000 экз. Заказ № 1170.

Отпечатано в типографии ООО «Принт сервис групп»,

105187, г. Москва, Борисовская ул., д. 14, стр. 6,

тел./факс: (499) 785-05-18, e-mail: 3565264@mail.ru

© «Образование и Информатика», 2020

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ: ОТ ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ К РАЗВИТИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

П. Д. Рабинович<sup>1</sup>, К. Е. Заведенский<sup>1</sup>, М. Э. Кушнир<sup>1</sup>, Ю. Е. Храмов<sup>1</sup>, А. Р. Мелик-Парсаданов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации*  
119571, Россия, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 82, стр. 1

### Аннотация

В статье рассматривается проблема разрыва между процессами мирового перехода к цифровой экономике и цифровизации разных сфер деятельности, включая образование, с одной стороны, и недостаточно глубокими исследованиями феномена цифровой трансформации, в том числе цифровой трансформации образования, с другой. Непроработанность сущности цифровой трансформации провоцирует вольный и часто маркетинговый характер использования понятий «цифровизация», «цифровые технологии», «цифровая трансформация образования», а в практической деятельности ведет к низкой эффективности предпринимаемых действий по реализации соответствующих проектов и программ, в том числе национальных, федеральных и региональных. Нехватка строгих полаганий приводит к дефициту смыслов, кратному возрастанию управленческой и организационной сложности осуществления реальной практики цифровой трансформации в образовании, и, как следствие, возникает имитация или формальная реализация перспективных проектов. Цель исследования — обосновать общую модель цифровой трансформации и конкретизировать ее применительно к сфере образования, продемонстрировав все элементы структуры трансформируемого объекта и характер преобразований. Проверяемая гипотеза — процесс трансформации вызывает изменение всех сущностей образовательной деятельности, включая ее цели, объекты, субъекты, содержание, процессы и результаты. Методологический базис исследования составила системно-мыслительная методология с использованием следующих методов исследования: теоретический анализ и синтез имеющихся в науке позиций; наблюдение за практическими артефактами цифровой трансформации образования; эксперимент с целью апробации результатов исследования; рефлексивный анализ собственной деятельности по цифровой трансформации школ. Основными результатами стали: различение проектов цифровой трансформации, выделение их уникальных свойств и характеристик, отличающих от проектов оптимизации, совершенствования, развития; обоснование модели цифровой трансформации образования. Тем самым предложен новый взгляд на изменение процесса образования под влиянием цифровой трансформации, его дистанцирования от процессов обучения и подготовки, что станет отправной точкой в самоорганизации команд проектов цифровой трансформации образования. Результаты будут полезны руководителям органов управления образованием всех уровней, руководителям и командам развития образовательных организаций основного и дополнительного образования, замысливающим или реализующим проекты цифровой трансформации.

**Ключевые слова:** цифровизация, цифровая трансформация, цифровые технологии, образование, процесс образования, процесс подготовки, процесс обучения, цифровой разрыв.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2020-35-5-4-14

### Для цитирования:

Рабинович П. Д., Заведенский К. Е., Кушнир М. Э., Храмов Ю. Е., Мелик-Парсаданов А. Р. Цифровая трансформация образования: от изменения средств к развитию деятельности // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 4–14.

**Статья поступила в редакцию:** 25 октября 2019 года.

**Статья принята к печати:** 13 ноября 2019 года.

### Финансирование

Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы «Разработка и апробация вариативной модели цифровой образовательной среды школы» государственного задания РАНХиГС.

### Сведения об авторах

**Рабинович Павел Давидович**, канд. тех. наук, доцент, директор Центра проектного и цифрового развития образования, Институт прикладных экономических исследований, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия; заместитель директора Школы антропологии будущего, Институт общественных наук, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия; pavel@rabinovitch.ru; ORCID: 0000-0002-2287-7239

**Заведенский Кирилл Евгеньевич**, заместитель директора Центра проектного и цифрового развития образования, Институт прикладных экономических исследований, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия; kirillzav3@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7379-4639

**Кушнир Михаил Эдуардович**, младший научный сотрудник Центра проектного и цифрового развития образования, Институт прикладных экономических исследований, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия; kushnir.me@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8632-5241

**Храмов Юрий Евгеньевич**, младший научный сотрудник Центра проектного и цифрового развития образования, Институт прикладных экономических исследований, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия; yurikhramov@gmail.com; ORCID: 0000-0002-9093-6253

**Мелик-Парсаданов Александр Романович**, младший научный сотрудник Школы антропологии будущего, Институт общественных наук, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия; melikalex23@gmail.com; ORCID: 0000-0002-9948-1312

## 1. Введение

На протяжении последних сорока лет происходит мировой переход к новой технологической платформе, что отражено в исследованиях Н. Д. Кондратьева,

Г. Менша, Й. Шумпетера, Р. Курцвейла, А. Тофлера и др. [1–4]. Процесс смены технологической платформы проявляется через феномен роста скорости разработок и превращения их в инновации в различных сферах деятельности: сельском хозяйстве,



образовании, машиностроении, химической промышленности, сфере услуг и др. [5]. Ряд исследователей отдельно выделяют роль цифровых технологий, придавая им статус «сквозных», т. е. необходимых вне зависимости от сферы деятельности [6]. Цифровые технологии объединяют в пакеты (перечень связанных друг с другом технологий). Например, выделяют технологии работы с данными и информацией (искусственный интеллект), системы распределенных реестров (блокчейн), промышленный интернет (IoT) и др. Отметим, что пакеты цифровых технологий в некотором смысле представляют собой «технологическую основу» для возникновения цифровых сервисов и цифровых решений [7]. Устойчиво наблюдаемым эпифеноменом процесса внедрения цифровых технологий является стремительно возрастающий объем всех видов организованности информации (данные, информация, знания). При этом знание растет в стоимости, превращаясь в важнейший актив [8], а ценность информации снижается, информация превращается в «сырье».

Собирательно набор перечисленных явлений и процессов получил название «цифровая экономика», т. е. экономика, использующая цифровые технологии и получающая от них измеримую выгоду за счет новых моделей ведения бизнеса, управления им и кратного снижения транзакционных издержек. Доля «цифры» в экономике развитых государств (Великобритания, США, Бельгия, Германия и др.) занимает от 10 % до 35 % ВВП и продолжает расти, при этом доля цифровых технологий в ВВП Российской Федерации составляет только 3 % [9]. Приоритет перехода к цифровой экономике (сокращение отставания, ориентация на «цифровой прорыв») закреплен в национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» [10]. Стратегические приоритеты цифровизации были поддержаны институционально, в частности, в 2018 году Министерство связи России преобразовано в Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций.

Образование, как важнейшая отрасль экономики, также оказалось той средой и тем объектом, в которых происходят процессы цифровизации. Эти процессы позиционируют как цифровую трансформацию образования. Анализ нормативной основы, иницируемых проектов и программ в области цифровой экономики и цифровизации образования дает основание для вывода о том, что до сих пор отсутствует глубокое осознание сущности цифровой трансформации любого объекта. Пока происходит преимущественно выявление фактов и свидетельств цифровизации образования, предпринимаются попытки их анализа. Возможно, что этого достаточно для позиции наблюдателя, выявляющего объективные черты ситуации и закономерности процесса цифровизации. Однако этих данных точно недостаточно для осуществления преобразований и развертывания деятельности в позиции организатора изменений в объектах и сферах цифровой трансформации. Для осуществления реальной практики необходимо определить содержание и строение идеального объ-

екта «цифровая трансформация», описать набор ценностей, принципов, целей, средств, процедур и позиций, задающих основные положения и опоры для практики трансформации. Это важно для любого объекта цифровой трансформации, в том числе для образования.

Так, например, существенными для позиции организатора трансформации являются вопросы:

- отнесения цифровой трансформации к оптимизации (улучшению) или преобразованию (кардинальному изменению) деятельности и выбора соответствующего методического и технологического инструментария;
- применения способа проектирования и организационно-деятельностного описания модели цифровой трансформации для использования ее как схемы самоорганизации себя и команды, а также выстраивания необходимых процедур и процессов;
- различения цифровизации как нового этапа внедрения и освоения цифровых технологий от цифровой трансформации, предполагающей более глубокие процессы, охватывающие многие элементы деятельности.

С точки зрения авторов данной статьи, отсутствие результатов детальной проработки поставленных вопросов сдерживает продуктивное использование цифровых технологий в образовании, а также ведет к хаотичности, слабой управляемости процесса цифровой трансформации образования. Поверхностное понимание сущности цифровой трансформации провоцирует в некоторых случаях сведение ее к изменениям только технологического характера, игнорированию глубоких процессов изменения всей структуры деятельности, в частности образовательной деятельности.

*В этих условиях считаем актуальной задачей выработку идеальной модели цифровой трансформации любого объекта с последующей ее детализацией в преломлении к специфической деятельности — образованию.*

Для решения обозначенной задачи авторами проведено исследование с целью обоснования общей модели цифровой трансформации и ее проработки в частной модели цифровой трансформации образования, что, в свою очередь, преследует получение результата в виде повышения эффективности деятельности реформаторов и организаторов проектов и программ по цифровой трансформации образования.

## 2. Методология исследования и обоснования модели цифровой трансформации образования

Для дальнейшего анализа цифровой трансформации и проектирования ее модели воспользуемся представлениями системно-мыследеятельностной методологии, разработанной в Московском методологическом кружке во второй половине XX века.

Выбор этой методологии связан с тем, что в качестве объекта трансформации мы рассматриваем системно организованную деятельность. В частности, говоря об образовании, мы концентрируем внимание на процессе образования как системно организованной и последовательно реализуемой деятельности. При этом не отрицается, что образование включает в себя не только непосредственно образовательную деятельность, но и управление ею, управление образовательными институциями и образовательными экосистемами.

Под **деятельностью** понимается функциональная структура, состоящая из средств, объекта и цели деятельности. Материальное наполнение элементов может различаться, но должно удовлетворять функциональным требованиям, определяемым структурой и содержанием деятельности. Представления о цели, объекте и средствах деятельности должны быть синхронизированы, иначе продуктивное осуществление деятельности невозможно [11–13]. **Трансформация деятельности** — это качественное изменение наполнения всей структуры деятельности: средств, объектов и целей [14]. Признаками трансформации как формы развития являются, во-первых, кардинальность качественных изменений, во-вторых, охват этими изменениями всей структуры деятельности, всех ее элементов.

Таким образом, *главными идеями модели являются трансформационные изменения образовательной деятельности под влиянием технологического развития, в частности, цифровых технологий.* В ходе цифровой трансформации претерпевает изменение содержание процесса образования, кардинально отличающегося по цели и функциональной структуре от процессов обучения и подготовки. Это, в свою очередь, должно изменить процедуры и процессы трансформации, стать концептуальной схемой самоорганизации команд проектов цифровой трансформации образования.

### 3. Модель цифровой трансформации образования

По мнению авторов, **цифровая трансформация** понимается как *принципиальное переосмысление образовательной деятельности на основе уникальных возможностей цифровых технологий, т. е. кардинальные изменения ее функциональной структуры и роли каждого ее элемента.* Главным элементом становится субъект образования, который должен осуществить переосмысление и преобразование деятельности, отношений и коммуникации по поводу этой деятельности, ее ценностей и норм, создать новые, адекватные цифровой трансформации институты, а не просто освоить цифровые технологии.

Такое понимание цифровой трансформации образования имеет следствием два важных положения.

Во-первых, оно помогает придать процессу цифровой трансформации преобразующий статус и тем самым связать его со спецификой конкретной тематической деятельности (образования). Это означает,

что описание только лишь универсальных принципов и элементов трансформации непродуктивно, необходимо одновременно конструировать смену принципиальной модели тематической деятельности. В таком случае модель цифровой трансформации становится над-моделью, в которую обязательно вложена новая модель тематической деятельности (образования).

Во-вторых, предложенная трактовка сущности цифровой трансформации ведет к оппозиции процесса цифровой трансформации к процессам оптимизации, повышения эффективности, улучшений и изменений без кардинальных преобразований. Также это ведет к преодолению понимания ее узко — только как внедрения цифровых технологий и означает, например, что одним из критериев качества трансформации становится сущностное изменение объекта тематической деятельности. Если выделить принципиальные изменения объекта невозможно, то вне зависимости от количества используемых цифровых технологий, введенных должностей и т. д. цифровая трансформация не состоялась.

Построение модели цифровой трансформации невозможно без **различения процессов цифровизации, информатизации и компьютеризации (образования)**. Для определения соотношения этих процессов авторы используют *метафору матрешки*: первый элемент — процесс компьютеризации, его объемлет процесс информатизации, и оба процесса объемлет процесс цифровизации. Это означает, что компьютеризация, информатизация, цифровизация — три разных процесса, при этом каждый следующий процесс охватывает предыдущие, являя собой качественное технологическое усложнение и одновременно задействуя предыдущие уровни для своего функционирования.

Так, компьютерная инфраструктура является первым и необходимым технологическим уровнем. *Компьютерные технологии* предполагают возможность работы с высоко структурированной информацией и преимущественно в качестве технического средства. *Информационные технологии* разворачивались на уровне компьютерной базы, но с использованием программного обеспечения и платформенных решений более высокого уровня. Эти технологии предоставили возможности работы со слабо структурированной информацией, позволили автоматизировать ряд процессов, в том числе процессы управления образовательной организацией. *Цифровые технологии* позволяют осуществлять работу с неструктурированными данными существенно большего объема. Цифровые технологии — это «модель моделей», позволяющая автоматизировать принятие решений в рамках заданных алгоритмов на основании различных, в том числе неочевидных, данных, мониторинга реализации и прогнозирования рисков.

Отметим, что схожих оснований в рассмотрении процессов цифровой трансформации придерживаются ряд современных исследователей, в частности А. Ю. Уваров и др. [15, 16].



**Цель построения модели цифровой трансформации** — предоставить средство для самоорганизации позиции и деятельности руководителя и команды цифровой трансформации образовательной организации. Цель имеет три проекции:

- с одной стороны — организовать пространство программного характера, в котором можно осуществить замысел конкретной цифровой трансформации;
- с другой стороны — задать принцип движения по этому пространству и определить в нем минимальный набор элементов для организации цифровой трансформации;
- с третьей стороны — в заданном пространстве определить место и устройство процесса цифровой трансформации.

**Принципиальная модель (схема) цифровой трансформации** задает ее пространство и в этом пространстве определяет соответствующий процесс.

Модель состоит из четырех элементов:

- 1) плоскость универсального;
- 2) плоскость тематической деятельности;
- 3) технологическая плоскость;
- 4) процесс цифровой трансформации.

Каждый элемент содержит свою подструктуру элементов и свое наполнение (см. рис. 1). Элементы модели цифровой трансформации заданы и описаны как понятия и идеальные конструкции, без конкретного материального наполнения. Такое описание необходимо для придания модели гибкости за счет возможности учитывать в себе не только существующие, но и возникающие технологии и решения. Кроме того, универсальность модели позволяет применять

ее к любым трансформируемым сферам деятельности. Конкретные примеры наполнения элементов модели в преломлении к образованию представлены далее.

**Плоскость универсального (1)** содержит ценности, принципы и концептуальные схемы трансформации, организующие и регулирующие любую цифровую трансформацию вне зависимости от сферы деятельности и используемых технологий. Универсальная плоскость и ее содержимое несут программную, рамочную функцию по отношению к другим элементам и плоскостям, т. е. задают возможные смыслы, цели и общие, универсальные элементы структуры и процедур цифровой трансформации. **Ценности цифровой трансформации** — это предельные организованности, определяющие смысл существования того или иного процесса, обязательно проявляющиеся в деятельности и организующие ее через определение целей. Ценность по своей функции задает границы для формирования конкретных целей цифровой трансформации, также обеспечивая согласование с вызовами других сфер деятельности (культуры, социума, экономики, демографии и др.). В отличие от принципов, ценности в большей степени направлены на рамочное ограничение результатов (через влияние на цели) деятельности, чем самого процесса. **Принципы цифровой трансформации** — это наиболее общие, универсальные конструкции, определяющие структуру и средства деятельности. Принцип проявляется в деятельности, точнее, в возникающих в деятельности особенностях в связи с наличием принципа. В отличие от ценностей, принципы в большей степени направлены на организацию процесса (через влияние на структуру и средства),



Рис. 1. Модель (схема) пространства цифровой трансформации и определения в нем места процесса цифровой трансформации

чем результата деятельности. **Концепты цифровой трансформации** — наиболее общие подходы к ее организации, определяющие и описывающие возможные результаты и эффекты.

**Плоскость тематической деятельности (2)** содержит существующие в текущей ситуации представления о конкретной деятельности: структуру, нормы и понятия. Наполнение этой плоскости приводит к созданию схемы деятельности (например, образования, обучения, подготовки и др.). В соответствии с используемым авторами понятием трансформации плоскость тематической деятельности должна рассматриваться дважды: первый раз — как деятельность представлена сегодня, второй раз — как представляется трансформированная деятельность с требованиями под цифровые технологии. **Структура** — системное представление деятельности как целостного объекта, состоящего из функционально связанных элементов посредством знаковых форм. Структура предполагает описание каждого элемента в отдельности, его связей и соотношений с другими элементами. **Нормы** — описание процедур деятельности. **Понятия** — идеальные организованности, схватывающие важные черты идеального объекта (например, понятие «класс», «ученик» и др.).

**Технологическая плоскость (3)** содержит цифровые технологии, технические решения и инфраструктуру цифровой трансформации. Все организованности, расположенные в этой плоскости, могут быть включены в деятельность только как средства в виде ее функционального элемента. Таким образом, технологическая плоскость и ее содержимое несут в себе потенциальные функциональные возможности, т. е. спектр задач, которые способны решать те или иные технологии в функции средств деятельности. **Технические решения цифровой трансформации** — это конкретные решения, основывающиеся на **цифровых технологиях**, но развернутые в тематической деятельности (например, электронный журнал в школе). **Инфраструктура цифровой трансформации** — это совокупность объектов (ресурсов, процессов, систем), необходимая для развертывания цифровых технологий и цифровых решений (например, компьютеры, серверы, интернет-соединение, программное обеспечение, кадровое обеспечение и др.).

**Процесс цифровой трансформации (4)** — это организация элементов из универсальной и технологической плоскости в единую систему реализации этих элементов в функциональной структуре тематической деятельности (в нашем исследовании — в образовании). То есть преобразования всех элементов деятельности происходят посредством процесса цифровой трансформации, с помощью которого элементы универсальной и технологической плоскостей не просто реализуются в тематической деятельности, а преобразуют ее.

Предложенная авторами модель демонстрирует интеграцию ценностей, принципов, концептов, цифровых технологий, технических решений посредством процесса цифровой трансформации. Это

означает, что цифровая трансформация образования — это, прежде всего, изменение структуры образовательной деятельности. Поясним этот вывод с помощью описания изменений в образовании в ходе его цифровой трансформации.

#### 4. Изменение представлений об образовании как тематической деятельности в модели цифровой трансформации

Базовыми процессами существующей системы образования являются обучение и подготовка. **Обучение** понимается как деятельность, направленная на освоение учеником культурных семиотических систем и предзаданных эталонов культурных норм. **Подготовка** — как деятельность, направленная на формирование у индивида навыков и способностей за счет освоения средств деятельности, которые обеспечивают реализационную часть деятельности (в отличие от замысливаемой). Набор средств деятельности носит специализированный характер и определяется конкретным «рабочим местом», т. е. определенными схожими ситуациями, в которых индивид будет осуществлять свою деятельность. Общность процессов подготовки и обучения состоит в формировании *способностей действовать по установленному образцу (норме) или действовать в легко прогнозируемых (повторяющихся) ситуациях*. Однако в этих процессах не формируются умения действовать нестандартно, в ситуациях, не имеющих решения, а также в условиях неопределенности. В рамках такого понимания базовых процессов системы образования сложился набор понятий, обеспечивающих эти процессы. К таким понятиям относятся:

- «образовательное ядро» — предзаданный набор базовых эталонов, предписанных к обязательному освоению;
- «класс» — единица логистики обучения;
- «учитель» — средство передачи и трансляции культурных норм и эталонов;
- «коммуникация» — обеспечение процесса трансляции культурных норм;
- «модель выпускника» — единый желаемый результат обучения;
- «школа» — организационная и институциональная единица процесса обучения.

Цифровые технологии и цифровизация других сфер деятельности определяют возможности и риски для сложившихся процессов. Прежде всего, внедрение цифровых технологий в других сферах деятельности приводит к изменению функционала, который несет на себе работник организации. Цифровизация (с применением робототехнических систем и искусственного интеллекта) автоматизирует процессы, поддающиеся алгоритмизации и детальному нормированию. Рутинная деятельность выносится на машинные носители. Человеку же остается действовать в ситуациях, не имеющих решения, востребующих создание новых средств и способов деятельности.



Сопоставляя эти контексты с процессами обучения и подготовки в их рафинированном виде, приходим к выводу, что система образования продуцирует невостребованных деятельностью индивидов (т. е. потенциальных безработных). «Цифра», как новая действительность существования человека, обладает важной характеристикой — тотальной персонализацией в пространстве возможностей, предлагает множественный выбор для любого из доступных продуктов/услуг. В предельном случае вариативность выбора — бесконечна, что ведет к неотвратимости выбора. Анализируя систему образования, обнаруживаем сведение ситуаций «выбора» в процессах обучения и подготовки к формальному минимуму. Цифровые технологии интегрируются в образовательный процесс, автоматизируя возможный функционал, и высвобождают свободное время педагога для развития способностей, позволяющих человеку строить действие в условиях неопределенности и неразрешимости. Формирование обозначенных способностей возможно при сохранении процессов обучения и подготовки, но продуктивного их использования.

Переосмысление норм подготовки и обучения в рамках трансформации приводит к проектированию **процесса образования** как самостоятельного, отличного от обучения и подготовки (и их суммы). Процесс **«образование»** представляется системой процессов целеполагания, проектирования продуктивных действий с выходом в мышление с использованием материала культуры, осуществление действия, рефлексивный анализ и присвоение средств деятельности и мышления.

Модель определяет три пространства, в которых разворачивается процесс образования:

- пространство реальной деятельности (в отличие от учебной);
- пространство рефлексии и самоорганизационной работы;

- пространство мышления, а также соответствующий им репертуар позиций.

Соответственно, переозначаются и (или) вводятся новые понятия:

- «базовые грамотности» вместо образовательного ядра;
- «образовательная ситуация» как единица образовательной логистики;
- «человек» — создатель своей образовательной программы (у каждого человека своя образовательная программа и свое содержание образования);
- «коммуникация» — процесс со-организации картин мира педагога и ученика;
- «образовательная экосистема» — организационная единица образовательного процесса;
- компетенции мышления, рефлексии, самоопределения и самоорганизации у человека.

Результаты анализа и проектирования новых представлений об образовании как тематической деятельности представлены на рисунке 2. Схема показывает важность разграничения процессов подготовки, обучения, с одной стороны, и процесса образования как трансформирующейся деятельности в ходе цифровой трансформации, с другой стороны.

Последовательное разворачивание рассуждений в заданных рамках и пространствах приведет к созданию достаточного набора понятий, после чего возможен переход к организации новой педагогической практики, в арсенале которой могли бы оказаться технологии развития субъектности, мышления, гуманитарные технологии, культуротехника и др.

Важнейшими понятиями в организации образования становятся образовательная логистика и цифровая образовательная среда.

**Образовательная логистика** концентрируется на задачах своевременного обеспечения ученика выбранными им, как субъектом, образовательными

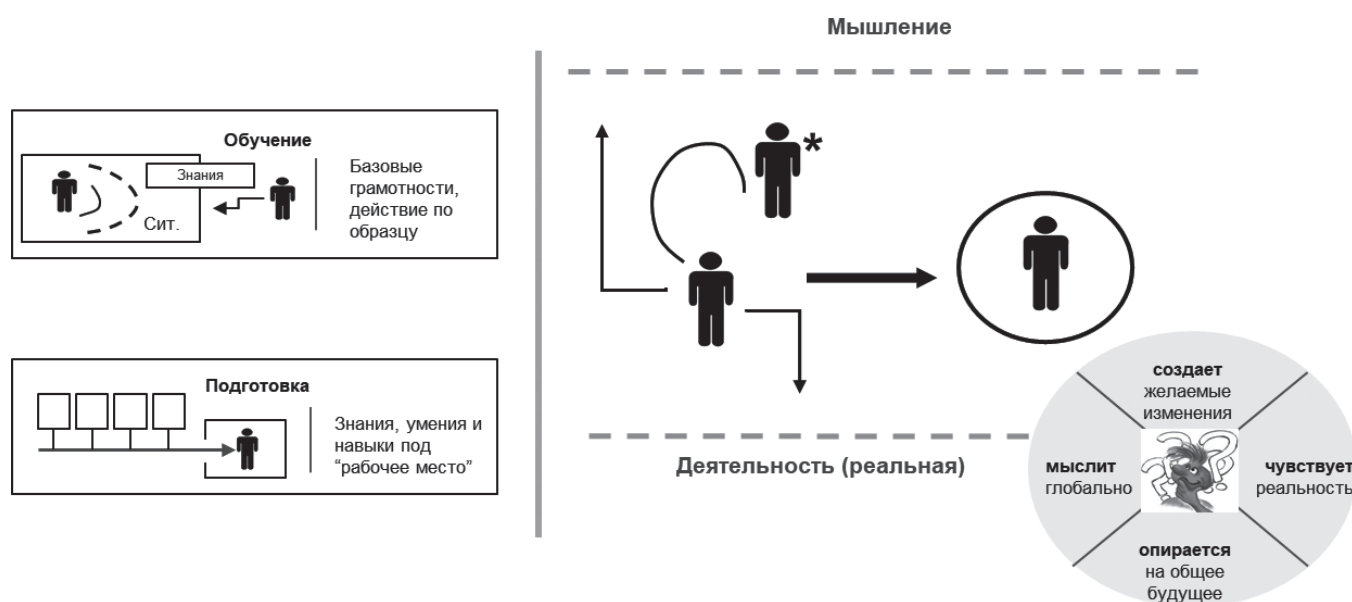


Рис. 2. Принципиальное изменение представлений о тематической деятельности в ходе цифровой трансформации на примере образования

ресурсами, необходимыми для построения собственного маршрута развития, познания мира, самого себя и других людей. В логистике это называют принципом JIT (Just-in-Time или Точно-В-Срок). *Главным принципом цифровой логистики становится персонализация*: ориентация на обеспечение персональных потребностей в развитии каждого ученика. Подробнее об этом см. статью авторского коллектива «Образовательная логистика в цифровой школе» [17].

**Цифровая образовательная среда** понимается двояко. Во-первых, это среда, сконструированная самим субъектом для освоения содержания образования с использованием цифровых технологий. Во-вторых, это такая среда, где невозможен никакой другой способ действия, кроме создания собственной образовательной среды. Становится очевидным преимущество цифровой действительности: «цифра» делает возможным массовое создание цифровой образовательной среды, так как в цифровой действительности реально с легкостью творить любые миры, затрачивая для этого минимум реальных ресурсов. В качестве примера цифровой среды, обладающей признаками образовательности, можно привести популярную игру Minecraft, интерес к которой определяется тем, насколько игрок сумел сконструировать себе пространство для игры (создать ландшафт, здания, сооружения и др.). Подробное освещение устройства, подходов к проектированию и инструментов создания цифровой образовательной среды выходит за рамки настоящей статьи

Резюмируя, отметим, что необходимость проведения исследований и формирования технологий мышления была артикулирована и обоснована в работах Г. П. Щедровицкого с 1960-х годов [18]. Последователи данной традиции уже сегодня имеют заделы по разработке указанных, а также других технологий педагогики развития/педагогики конструирования, например, А. А. Попов [19]. Кроме того, о важности изменений подходов к образованию, об использовании новых методов формирования мышления и иных необходимых в условиях цифровой трансформации качеств обучающегося пишут зарубежные исследователи, например: D. Baker, L. Ellis [20], L. R. M. McCutcheon, S. K. Alzghari, Y. R. Lee, W. G. Long, R. Marquez [21], N. C. Jackson [22], W. Leal Filho [23].

## 5. Организация практики цифровой трансформации образования: проблематизация и направления совершенствования с помощью модели цифровой трансформации

Практика цифровой трансформации в образовании неизбежно столкнется с барьерами и трудностями. В работе «На пути к цифровой трансформации школы» [15] А. Ю. Уваров, продолжая размышления М. А. Дедулиной [24], использует

понятие «**цифровой разрыв**». Цифровой разрыв определяется как технологическая неготовность образовательных организаций к развертыванию цифровых инфраструктур. Цифровой разрыв понимается инфраструктурно как неравенство доступа к цифровым технологиям и назван «цифровым технологическим разрывом».

В контексте представленной ранее модели цифровой трансформации **уточним структуру цифрового разрыва, расщепив его на три уровня** (рис. 3):

- инструментальный;
- технологический;
- мыслительный.

Для описания уровней возьмем в качестве примера школьное образование.

**Инструментальный уровень разрыва** — отсутствие технических средств, орудий, программ, инфраструктур, необходимых для использования цифровых технологий. Например, недостаточная скорость интернет-соединения, недостаточное покрытие сетью, недостаточные серверные мощности или неподходящий тип серверов и др.

**Технологический уровень разрыва** — отсутствие способностей использования цифровых технологий в любом процессе (образование, обучение, подготовка и др.). Например, отсутствие цифровой грамотности или цифровых компетенций у педагогов, руководителей школы.

**Мыслительный уровень разрыва** — оперирование старыми нормами и моделями тематической деятельности. Например, внедрение новых технических средств и обучение сотрудников цифровым компетенциям без изменения и переосмысления процессов школы и, как следствие, без изменения позиционного репертуара школы.

На ликвидацию разрывов инструментального и технологического уровней направлены мероприятия национальных проектов «Кадры для цифровой экономики» и «Цифровая образовательная среда». Но для успешной цифровой трансформации образования необходимо преодолеть разрыв на всех трех уровнях. При этом наиболее трудозатратным, как с точки зрения выявления, так и с точки зрения преодоления, является мыслительный разрыв. Для его выявления необходимо специальным образом организовать технологию работы, в том числе коммуникацию, процесс понимания, рефлексии и коллективного мышления.

Мероприятия по цифровой трансформации зачастую сосредоточены на преодолении технологического разрыва, т. е. так или иначе основаны на освоении способов работы с цифровыми технологиями и их интеграции в существующие процессы. В случае же декларативной ориентации и даже использования понятий «смена бизнес-модели», «организация изменений», «трансформация» мероприятия часто редуцируются до простейших форм, позволяющих лишь эффективно снять с участников существующие сложности, в лучшем случае, нормы и образцы существующей деятельности и «пофантазировать» возможные перемены. Во многих случаях применя-

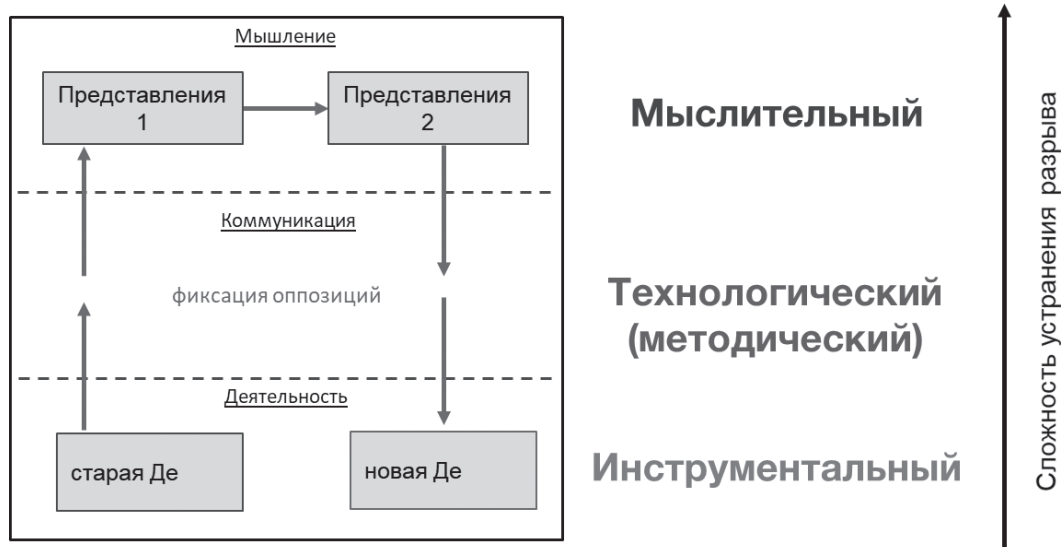


Рис. 3. Уровни цифрового разрыва (Де – деятельность)

емые методы сосредотачиваются лишь на внешних проявлениях, подменяя ими базовые процессы работы (например, метод мозгового штурма, не объясняющий, каким образом правила способствуют возникновению мышления).

Для преобразования деятельности, в частности образовательной деятельности, в рамках предложенной авторами модели цифровой трансформации требуется иная практика.

Приведем пример реализованной авторами практики преодоления мыслительного разрыва в рамках экспериментальной проверки разработанной модели цифровой трансформации образования. Практика заимствует элементы метода организационно-деятельностных игр, разработанного в 1979 году [25] и сегодня выступающего в функции платформы при организации и проведении мероприятий различных типов, в том числе стратегических, проектно-аналитических и других сессий [26]. Не имея намерения подробно описывать практику, тезисно отметим ее важнейшие содержательные и деятельностные особенности. В этой практике предполагается организация коллективного мышления как ключевой механизм, делающий возможным трансформацию. Реализуются проблематизация, схематизация, позиционирование и объективация как базовые процессы, образующие и определяющие смыслы и содержание мероприятия. Характерна для практики проблемность мероприятия: все участники мероприятия погружаются в наиболее абстрактную проблемную рамку (конструируется до мероприятия), в которой осмысливаются существующие мыслительные средства (осмысливаются средства мышления). Таким образом, деятельность на мероприятии можно представить как движение проблемного содержания, завершающееся разработкой новых средств мышления и деятельности и переводом проблемы в задачи. Осуществляется организация особых типов коммуникации: понимающая, проблемная, проектная, рефлексивная. Также стоит отметить несколько

организационных особенностей: проведение серии тренинговых мероприятий по цифровым технологиям и новым практикам в сфере образования для оснащения новыми средствами деятельности участников в тот момент, когда эти средства становятся функционально востребованными; дистанционное экспертное и организационное сопровождение деятельности участников мероприятия (вебинары, обсуждения).

В частности, под руководством авторского коллектива были организованы и проведены программы «Цифровая и проектная трансформация школы»: <http://edufuture.ru>, в ходе которых созданы проекты развития (трансформации) образовательных организаций с включением цифровых технологий, инициировавшие полный этап цифровой трансформации:

- г. Уфа, 2019 год — более 250 участников (директора школ, представители органов управления образованием, учителя), четыре сессии по два дня;
- г. Ростов, 2019 год — 40 участников (педагоги, управленческий состав школы, работники университета, внешние эксперты), пять модулей по три дня работы;
- г. Самара, 2019 год — более 100 директоров школ, два дня;
- г. Казань, 2019 год — 40 директоров школ, пять модулей по три дня.

## 6. Выводы

Резюмируя, приведем ключевые тезисы представленного исследования.

1. Цифровая трансформация, в отличие от цифровизации как массового использования цифровых технологий, предполагает принципиальное переосмысление тематической деятельности (образования), вызванное уникальными возможностями цифровых технологий и происходящее с их использованием.



2. Модель цифровой трансформации, предложенная авторами, различает, со-организует и задает внутреннее устройство принципов и ценностей трансформации; цифровых технологий и цифровых решений; тематической деятельности и процесса цифровой трансформации.

3. Модель цифровой трансформации может быть использована из позиции руководителя (участника команды) цифровой трансформации как схема для самоорганизации и построения собственно деятельности по цифровой трансформации.

4. В практике цифровой трансформации образования необходимо учитывать три типа цифровых разрывов: инструментальный, технологический и мыслительный. Наиболее сложным является мыслительный разрыв, преодолению которого может способствовать новое понимание цифровой трансформации образования.

Отдельно отметим терминологический риск работы с цифровой трансформацией. Формирование традиционного «словаря терминов» цифровой трансформации нецелесообразно, так как смысл употребления знаков возникает в контекстах деятельности, которая в случае с цифровой действительностью обладает высокой скоростью изменения.

Таким образом, представленная авторами модель цифровой трансформации образования ставит на повестку научных исследований и практической деятельности вопросы о значимости осознания кардинальных преобразований всех элементов образовательной деятельности (цели, средств, объекта, субъекта).

#### Список использованных источников

1. Кондратьев Н. Д., Яковец Ю. В., Абалкин Л. И. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 765 с.
2. Шваб К., Дэвис Н. Технологии Четвертой промышленной революции. М.: Эксмо, 2018. 320 с. <https://cdn.eksmo.ru/v2/ITD00000000911994/PDF/ITD00000000911994.pdf>
3. Kurzweil R. The singularity is near: When humans transcend biology. NYC: The Viking Press, 2005. 672 p.
4. Toffler A. Future shock. NYC: Random House, 1970. 505 p.
5. Алябьев С., Голощапов Д., Клинов В., Кузнецова Е., Рот Э., Сергиенко Я., Троценко Ю., Чалабян А., Шуваев А. Инновации в России — неисчерпаемый источник роста. Центр по развитию инноваций McKinsey Innovation Practice, 2018. 112 с. [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Innovations%20in%20Russia/Innovations-in-Russia\\_web\\_lq-1.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Innovations%20in%20Russia/Innovations-in-Russia_web_lq-1.ashx)
6. Sk Альманах. Цифровая экономика. 2017. 130 с. <https://old.sk.ru/news/m/skmedia/20434/download.aspx>
7. Государство как платформа: люди и технологии. РАНХиГС, 2019. 112 с. <https://www.ranepa.ru/images/News/2019-01/16-01-2019-GovPlatform.pdf>
8. Банке Б., Бутенко В., Котов И., Рубин Г., Тушен Ш., Сычева Е. Россия онлайн? Догнать нельзя отстать. The Boston Consulting Group, 2016. 56 с. [https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online\\_tcm27-152058.pdf](https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online_tcm27-152058.pdf)
9. Tsarchopoulos P. Digital Spillover: Measuring the true impact of the Digital Economy // URENIO Research

Unit. Knowledge Economy. 2017. <https://www.urenio.org/2017/09/11/digital-spillover-measuring-true-impact-digital-economy/>

10. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года № 1632-р «Об утверждении программы “Цифровая экономика Российской Федерации”». [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_221756](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756)

11. Зинченко А. П. Путеводитель по методологии организации, руководства и управления. Хрестоматия по работам Г. П. Щедровицкого. М.: Дело, 2003. 159 с.

12. Щедровицкий Г. П. Избранные труды. М.: Школа культурной политики, 1995. 759 с.

13. Щедровицкий П. Г. Цикл лекций «Повестка дня 2010-х» (4–7 сентября 2011 года, Иркутск). [https://www.fondgp.ru/old/lib/mmk/180/TCikl\\_lektcij\\_v\\_Irkutske\\_Povestka\\_dnya\\_2010-h.pdf](https://www.fondgp.ru/old/lib/mmk/180/TCikl_lektcij_v_Irkutske_Povestka_dnya_2010-h.pdf)

14. Щедровицкий П. Г. Как современный управленец формирует картину мира (Цикл лекций в НИТУ МИСИС, 2010–2011 гг.). [https://gtmarket.ru/files/article/5547/Schedrovitsky\\_P\\_G\\_Lectures\\_As\\_a\\_Modern\\_Manager\\_Creates\\_a\\_Image\\_of\\_the\\_World.pdf](https://gtmarket.ru/files/article/5547/Schedrovitsky_P_G_Lectures_As_a_Modern_Manager_Creates_a_Image_of_the_World.pdf)

15. Уваров А. Ю. На пути к цифровой трансформации школы. М.: Образование и Информатика, 2018. 120 с.

16. Уваров А. Ю., Гейбл Э., Дворецкая И. В., Заславский И. М., Карлов И. А., Мерцалова Т. А., Сергоманов П. А., Фруммин И. Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. М.: ВШЭ, 2019. 344 с. [https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra\\_text.pdf](https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra_text.pdf)

17. Кушниц М. Э., Рабинович П. Д., Храмов Ю. Е., Заведенский К. Е. Образовательная логистика в цифровой школе // Информатика и образование. 2019. № 9. С. 5–11. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-9-5-11

18. Щедровицкий Г. П., Розин В., Алексеев Н., Непомнящая Н. Педагогика и логика. М.: Касталь, Международный журнал «Магистериум», 1993. 412 с.

19. Попов А. А., Ермаков С. В. Дидактика открытого образования. М.: Нац. кн. центр, 2019. 261 с.

20. Baker D., Ellis L. Future directions in digital information. Predictions, practice, participation. Chandos Publishing, 2020. 380 p. <https://www.elsevier.com/books/future-directions-in-digital-information/baker/978-0-12-822144-0>

21. McCutcheon L. R. M., Alzghari S. K., Lee Y. R., Long W. G., Marquez R. Interprofessional education and distance education: A review and appraisal of the current literature // Currents in Pharmacy Teaching and Learning. 2017. Vol. 9. Is. 4. P. 729–736. DOI: 10.1016/j.cptl.2017.03.011

22. Jackson N. C. Managing for competency with innovation change in higher education: Examining the pitfalls and pivots of digital transformation // Business Horizons. 2019. Vol. 62. Is. 6. P. 761–772. DOI: 10.1016/j.bushor.2019.08.002

23. Leal Filho W., Raath S., Lazzarinic B., Vargas V. R., de Souza L., Anholon R., Quelhas O. L. G., Haddad R., Klavins M., Orlovic V. L., The role of transformation in learning and education for sustainability // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 199. P. 286–295. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.017

24. Дедюлина М. А. Цифровое неравенство: философское осмысление // Studia Humanitatis. 2017. № 2. С. 23. <http://st-hum.ru/content/dedyulina-ma-cifrovoe-neravenstvo-filosofskoe-osmyslenie>

25. Щедровицкий П. Г. К анализу топики организационно-деятельностных игр. АН СССР, Науч. центр биол. исслед., Институт нефти и газа им. И. М. Губкина. Препринт. Пущино: НЦБИ, 1987. 42 с. <https://shchedrovitskiy.com/organizacionno-dejatelnostnaja-igra/>

26. Мрдуляш П. Б. Организация и ведение стратегических сессий // Университетское управление: практика и анализ. 2019. Т. 23. № 4. С. 132–141. DOI: 10.15826/umpra.2019.04.034

# DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION: FROM CHANGING FUNDS TO DEVELOPING ACTIVITIES

P. D. Rabinovich<sup>1</sup>, K. E. Zavedenskiy<sup>1</sup>, M. E. Kushnir<sup>1</sup>, Yu. E. Khramov<sup>1</sup>, A. R. Melik-Parsadanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)*

119571, Russia, Moscow, prospect Vernadskogo, 82, building 1

## Abstract

The problem of distance between the processes of world transition to a new technological platform, information technologies, to the digital economy and digitalization of various spheres of activity, including education, on the one hand, and not sufficiently deep studies of the phenomenon of digital transformation, including the digital transformation of education, on the other hand, is studied. Lack of elaboration of the essence of digital transformation provokes the free and often marketing use of the concepts of digitalization, digital technologies, and digital transformation of education, and in practice leads to low efficiency of actions taken to implement projects and programs of digital transformation. The lack of strict assumptions leads to a lack of meanings, a multiple increase in the managerial and organizational complexity of implementing the actual practice of digital transformation in education, and as a result, there is an imitation or formal implementation of promising projects. The purpose of the study is to substantiate the General model of digital transformation and to specify it in relation to the digital transformation of education, demonstrating all the elements of the structure of the transformed object and the nature of the cardinal transformations. The hypothesis being tested — the transformation process covers not only the means of educational activity, in particular, digital technologies, but also other elements of it — the goal, object, subject, changing the essence of the educational activity itself, contrasting it with the processes of training and preparation. The system-based research methodology is used. Research methods: main — theoretical analysis and synthesis of existing scientific positions, observation of practical artifacts of digital transformation of education; accompanying — experimental method for testing the results of research. The main results were: distinguishing digital transformation projects, highlighting their unique properties and characteristics that differ from projects of optimization, improvement, development; substantiating the model of digital transformation of education, including proof that in the process of transformation, not only the means (digital technologies), but also the content of the educational process, its goals, subjects and methods of communication between them change dramatically. This suggests a new approach to changing the education process under the influence of digital transformation, its distance from the processes of education and training, which will become a starting point in the self-organization of teams of projects of digital transformation of education. The results will be useful to heads of education authorities at all levels, managers and development teams of educational organizations of basic and additional education, who are planning or implementing digital transformation projects.

**Keywords:** digitalization, digital transformation, digital technologies, education, education process, training process, learning process, digital divide.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2020-35-5-4-14

## For citation:

Rabinovich P. D., Zavedenskiy K. E., Kushnir M. E., Khramov Yu. E., Melik-Parsadanov A. R. Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya: ot izmeneniya sredstv k razvitiyu deyatel'nosti [Digital transformation of education: From changing funds to developing activities]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 5, p. 4–14. (In Russian.)

**Received:** October 25, 2019.

**Accepted:** November 13, 2019.

## Acknowledgments

The article was prepared as part of the research work “Development and testing of a variable model of the digital educational environment of schools” of the RANEPA state task.

## About the authors

**Pavel D. Rabinovich**, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Director of the Center of Project and Digital Education Development, Institute of Applied Economic Research, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russia; Deputy Director of the School of Anthropology of the Future, Institute for Social Sciences, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russia; pavel@rabinovitch.ru; ORCID: 0000-0002-2287-7239

**Kirill E. Zavedenskiy**, Deputy Director of the Center of Project and Digital Education Development, Institute of Applied Economic Research, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russia; kirillzav3@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7379-4639

**Michael E. Kushnir**, Junior Researcher at the Center of Project and Digital Education Development, Institute of Applied Economic Research, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russia; kushnir.me@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8632-5241

**Yuri E. Khramov**, Junior Researcher at the Center of Project and Digital Education Development, Institute of Applied Economic Research, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russia; yurikhramov@gmail.com; ORCID: 0000-0002-9093-6253

**Alexandr R. Melik-Parsadanov**, Junior Researcher at the School of Anthropology of the Future, Institute for Social Sciences, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russia; melikalex23@gmail.com; ORCID: 0000-0002-9948-1312

## References

1. Kondratiev N. D., Yakovets Yu. V., Abalkin L. I. Bol'shie tsikly kon'yunktury i teoriya predvideniya [Big cycles of conjuncture and the theory of foresight]. Moscow, *Ehkonomika*, 2002. 765 p. (In Russian.)
2. Shvab K., Devis N. Tekhnologii Chetvertoj promyshlennoj revolyutsii [Shaping the Fourth Industrial Revolution]. Moscow, Eksmo, 2018. 320 p. (In Russian.) Available at:

<https://cdn.eksmo.ru/v2/ITD00000000911994/PDF/ITD00000000911994.pdf>

3. Kurzweil R. The singularity is near: When humans transcend biology. NYC, The Viking Press, 2005. 672 p.
4. Toffler A. Future shock. NYC, Random House, 1970. 505 p.
5. Alyabyev S., Goloshchapov D., Klintsov V., Kuznetsova E., Rot E., Sergienko Ya., Troshchenko Yu., Chalabyan A., Shuvaev A. Innovatsii v Rossii — neischerpaemyj istochnik rosta

- [Innovation in Russia — an inexhaustible source of growth]. Tsentr po razvitiyu innovatsij McKinsey Innovation Practice, 2018. 112 p. (In Russian.) Available at: [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Innovations%20in%20Russia/Innovations-in-Russia\\_web\\_lq-1.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Innovations%20in%20Russia/Innovations-in-Russia_web_lq-1.ashx)
6. Sk Al'manakh. Tsifrovaya ehkonomika [Sk Almanac. Digital economy]. 2017. 130 p. (In Russian.) Available at: <https://old.sk.ru/news/m/skmedia/20434/download.aspx>
7. Gosudarstvo kak platforma: lyudi i tekhnologii [Government as a platform: People and technologies]. RANEPa, 2019. 112 p. (In Russian.) Available at: <https://www.ranepa.ru/images/News/2019-01/16-01-2019-GovPlatform.pdf>
8. *Banke B., Butenko V., Kotov I., Rubin G., Tushen Sh., Sycheva E.* Rossiya onlajn? Dognat' nel'zya otstat' [Russia online? You can't keep up]. The Boston Consulting Group, 2016. 56 p. (In Russian.) Available at: [https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online\\_tcm27-152058.pdf](https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online_tcm27-152058.pdf)
9. *Tsarchopoulos P.* Digital Spillover: Measuring the true impact of the Digital Economy. *URENIO Research Unit. Knowledge Economy*, 2017. Available at: <https://www.urenio.org/2017/09/11/digital-spillover-measuring-true-impact-digital-economy/>
10. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii ot 28 iyulya 2017 goda № 1632-r "Ob utverzhdenii programmy "Tsifrovaya ehkonomika Rossijskoj Federatsii"" [Order of the Government of the Russian Federation dated July 28, 2017 No. 1632-r "On approval of the Program "Digital Economy of the Russian Federation""]. (In Russian.) Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_221756/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/)
11. *Zinchenko A. P.* Putevoditel' po metodologii organizatsii, rukovodstva i upravleniya. Khrestomatiya po rabotam G. P. Shchedrovitskogo [Guide to the organization, leadership and management methodology. Chrestomathy on the works of G. P. Schedrovitsky]. Moscow, Delo, 2003. 159 p. (In Russian.)
12. *Shchedrovitsky G. P.* Izbrannye trudy [Selected works]. Moscow, Shkola kul'turnoj politiki, 1995. 759 p. (In Russian.)
13. *Shchedrovitsky P. G.* Tsikl lektzij "Povestka dnya 2010-kh" (4–7 sentyabrya 2011 goda, Irkutsk. [Lecture series "2010 Agenda" (September 4–7, 2011, Irkutsk)]. (In Russian.) Available at: [https://www.fondgp.ru/old/lib/mmk/180/TCikl\\_lectcij\\_v\\_Irkutske\\_Povestka\\_dnya\\_2010-h.pdf](https://www.fondgp.ru/old/lib/mmk/180/TCikl_lectcij_v_Irkutske_Povestka_dnya_2010-h.pdf)
14. *Shchedrovitsky P. G.* Kak sovremenniy upravlenets formiruet kartinu mira (Tsikl lektzii v NITU MISIS, 2010–2011 gg.) [How a modern manager forms a picture of the world (Lecture cycle at NUST MISIS, 2010–2011)]. (In Russian.) Available at: [https://gtmarket.ru/files/article/5547/Schedrovitsky\\_P\\_G\\_Lectures\\_As\\_a\\_Modern\\_Manager\\_Creates\\_a\\_Image\\_of\\_the\\_World.pdf](https://gtmarket.ru/files/article/5547/Schedrovitsky_P_G_Lectures_As_a_Modern_Manager_Creates_a_Image_of_the_World.pdf)
15. *Uvarov A. Yu.* Na puti k tsifrovoy transformatsii shkoly [Towards a digital school transformation]. Moscow, Obrazovanie i Informatika, 2018. 120 p. (In Russian.)
16. *Uvarov A. Yu., Gable E., Dvoretzkaya I. V., Zaslavsky I. M., Karlov I. A., Mertsalova T. A., Sergomanov P. A., Frumin I. D.* Trudnosti i perspektivy tsifrovoy transformatsii obrazovaniya [Difficulties and prospects of the digital transformation of education]. Moscow, HSE, 2019. 344 p. (In Russian.) Available at: [https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra\\_text.pdf](https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra_text.pdf)
17. *Kushnir M. E., Rabinovich P. D., Khramov Yu. E., Zavedensky K. E.* Obrazovatel'naya logistika v tsifrovoy shkole [The education logistic in digital school]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 9, p. 5–11. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-9-5-11
18. *Shchedrovitsky G. P., Rozin V., Alekseev N., Nepomnyashchaya N.* Pedagogika i logika [Pedagogy and logic]. Moscow, Kastal', Mezhdunarodnyj zhurnal "Magisterium", 1993. 412 p. (In Russian.)
19. *Popov A. A., Ermakov S. V.* Didaktika otkrytogo obrazovaniya [Didactics of open education]. Moscow, Natsional'nyj knizhnyj tsentr, 2019. 261 p. (In Russian.)
20. *Baker D., Ellis L.* Future directions in digital information. Predictions, practice, participation. Chandos Publishing, 2020. 380 p. Available at: <https://www.elsevier.com/books/future-directions-in-digital-information/baker/978-0-12-822144-0>
21. *McCutcheon L. R. M., Alzghari S. K., Lee Y. R., Long W. G., Marquez R.* Interprofessional education and distance education: A review and appraisal of the current literature. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 2017, vol. 9, is. 4, p. 729–736. DOI: 10.1016/j.cptl.2017.03.01
22. *Jackson N. C.* Managing for competency with innovation change in higher education: Examining the pitfalls and pivots of digital transformation. *Business Horizons*, 2019, vol. 62, is. 6, p. 761–772. DOI: 10.1016/j.bushor.2019.08.002
23. *Leal Filho W., Raath S., Lazzarinic B., Vargas V. R., de Souza L., Anholon R., Quelhas O. L. G., Haddad R., Klavins M., Orlovic V. L.* The role of transformation in learning and education for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 199, p. 286–295. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.017
24. *Dedyulina M. A.* Tsifrovoe neravenstvo: filosofskoe osmyslenie [The digital divide: philosophical reflection]. *Studia Humanitatis*, 2017, no. 2, p. 23. (In Russian.) Available at: <http://st-hum.ru/content/dedyulina-ma-cifrovoe-neravenstvo-filosofskoe-osmyslenie>
25. *Shchedrovitsky P. G.* K analizu topiki organizatsionno-deyatel'nostnykh igr [On the analysis of topics of organizational and activity games]. Pushchino, Scientific Center for Biological Research, 1987. 42 p. (In Russian.) Available at: <https://shchedrovitskiy.com/organizacionno-deyatelnostnaja-igra/>
26. *Mrdulyash P. B.* Organizatsiya i vedenie strategicheskikh sessii [Strategic Sessions Organization and Conduction]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz — University Management: Practice and Analysis*, 2019, vol. 23, no. 4, p. 132–141. (In Russian.) DOI: 10.15826/umpa.2019.04.034



# THE CONCEPT OF THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF A DIGITAL INTELLECTUAL ECOSYSTEM OF BLENDED UNIVERSITY LEARNING

S. G. Grigoriev<sup>1</sup>, R. A. Sabitov<sup>2</sup>, G. S. Smirnova<sup>2</sup>, Sh. R. Sabitov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Moscow City University*

129226, Russia, Moscow, Vtoroy Selskhozajstvenny proezd, 4

<sup>2</sup> *Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev*

420111, Russia, The Republic of Tatarstan, Kazan, ul. Karla Marksa, 10

<sup>3</sup> *Kazan Federal University*

420008, Russia, The Republic of Tatarstan, Kazan, ul. Kremlevskaya, 18

## Abstract

The article proposes the concept of the formation and development of an adaptive ecosystem of university learning. The concept can allow not only to eliminate the shortcomings inherent in the distance education system, but also to create the basis for building a full-fledged educational technology. The basis for constructing such an ecosystem, in addition to purely didactic developments, can be modern achievements in the field of systems theory, digitalization and artificial intelligence. The education market is seriously affected by advances in artificial intelligence and the rapid development of Industry 4.0. It is also necessary to consider rather unpredictable natural disasters and pandemics. Under these conditions, the only way to maintain and strengthen their positions in the education market, which will rapidly change in the coming decades, is the transformation of processes within the framework of new technological trends and integrated network cluster ecosystems. Decentralized training and outsourcing can become two key functions for the successful application of artificial intelligence in education. Modeling, optimization and analytics of big data make it possible to form a complete set of technologies for creating an outsourcing network and digital educational chains, which allows us to identify the state model of all processes in real time. At each moment in time, the digital twin displays the status of outsourcing processes and educational chains with actual data on planning, preparing the necessary equipment, directly preparing educational programs, loading teachers, accounting and monitoring learning outcomes, etc. The digital twin can be used both for making decisions in real-time, and for forecasting and planning outsourcing. In fact, the university and the companies providing outsourcing services within the framework of this approach are integrated into a single mechanism for solving tasks of flexible individual training. Within the framework of the proposed approach, it is possible to build an educational university environment integrated with real objects of the economy of the territory, which is a component of the educational ecosystem. The concept under consideration allows predicting and planning the training of required specialists, since the model of its work is closely connected with enterprises in the real sector. This becomes possible due to the fact that training takes place according to flexible programs that reflect the ever-changing requirements of enterprises to the competencies of their employees. In fact, a university or a group of universities is becoming an essential component of territorial industrial clusters, which makes it possible to increase the efficiency and quality of specialist training and to quickly develop new curricula and courses that will quickly develop competencies demanded by the real sector of the economy. The use of artificial intelligence technology in combination with the capabilities of the Internet of things and digitalization of the main business processes provides, in fact, the functioning and development of the university's ecosystem by analogy with the ecosystems of large sectoral system-forming enterprises.

**Keywords:** artificial intelligence, ecosystem, educational cluster, blended learning, digitalization.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2020-35-5-15-23

## For citation:

Grigoriev S. G., Sabitov R. A., Smirnova G. S., Sabitov Sh. R. The concept of the formation and development of a digital intellectual ecosystem of blended university learning. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 5, p. 15–23.

**Received:** April 23, 2020.

**Accepted:** May 19, 2020.

## About the authors

**Sergey G. Grigoriev**, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Corresponding Member of RAE, Head of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Institute of Digital Education, Moscow City University, Russia; grigorsg@mgpu.ru; ORCID: 0000-0002-0034-9224

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

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

**Shamil R. Sabitov**, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Programming Technology, Institute of Computational Mathematics and Information Technology, Kazan Federal University, The Republic of Tatarstan, Russia; sh.sabitov@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6403-4291

## 1. Introduction

Three months ago, the authors didn't even have distant plans to write an article on this topic. But the situation with the pandemic completely changed the

course of the university educational process throughout the world and made it very relevant to study the possibilities of its practical rapid transformation. It became completely clear that the former education paradigm is living out its last days, that some

completely different future awaits us, but practically no one understands what awaits us. World education is currently at a point of uncertainty. There is a turning point in the eras, one of the signs of which is, for example, the rapid spread of digital communication and training formats. Another sign was the understanding that existing educational programs are hopelessly outdated, that a competent person in the twenty-first century should have a completely different set of skills than previous generations.

Based on the three-month experience of intensive distance teaching of a number of disciplines and the results of quite a long work on the introduction of IIoT (Industrial Internet of Things) technologies at the country's leading manufacturing enterprises, the proposed concept for the formation and development of an adaptive ecosystem of university education has developed. This type of ecosystem, according to the authors, can not only eliminate the disadvantages inherent in the distance education system, but also create the basis for building a full-fledged educational technology. In addition to purely didactic developments, the basis for building such an ecosystem can also be modern achievements in the field of systems theory, digitalization and artificial intelligence. It is also important that an intensive adaptive education accompanies a person living in the present century throughout his entire conscious life.

The Russian economy suffers greatly from the fact that two fundamental scientific and technological revolutions were missed, in microelectronics and in biotechnology. But the situation is different in education. Firstly, and this is really a fact, truly advanced training systems constantly appear in Russia: the Yasnaya Polyana school of L. Tolstoy, the Russian Method of training engineers D. Sovietkin in the late nineteenth century became the basis of the educational approach of the Massachusetts Institute of Technology, in the sixties of the last century A. Kolmogorov created one of the most developed systems for teaching students mathematics, and in the eighties. the followers of G. Altshuller for the first time in the world began to massively teach children systemic and divergent thinking. Therefore, the potential of Russia in forming a picture of the desired and possible future education for individuals, communities, nations and the world as a whole is quite high. It is obvious that the international community has three main tasks:

- to understand the new social and economic realities of this century, to determine the knowledge and competencies that will help everyone to live a prosperous and quality life in the coming decades;
- explore the most productive educational models that can be used by people and communities for lifelong learning;
- understand how educational systems can become a tool for changing the world community in order to achieve long-term sustainable development and protect our civilization, the prosperity of all mankind and the biosphere [1].

At the same time, the professional-technological, information-communication and socio-educational environment of society should ensure continuous personal development, personalization based on big data and artificial intelligence, constant updating of knowledge, skills and competencies, the development of new technologies. New skills must also be formed: emotional intelligence, cognitive flexibility (the ability to operate with diverse and even conflicting ideas), the right to choose, interpersonal skills, including the ability to work with dissimilar people, network competency, etc. [2].

Today, artificial intelligence actively penetrates into all areas of human activity. Intelligent systems can autonomously control moving objects, they successfully manage the infrastructure of large cities (Smart City solutions), reduce traffic jams, and recognize faces in large flows of people. At modern assembly plants, robots deliver all the necessary components. Already a large part of modern weapons is based on artificial intelligence technologies, especially in the accuracy of guidance and delivery of warheads to the target. Autonomous robotic intellectual weapons replace soldiers on the battlefield and pilots in the sky, etc. But at the same time, only a very small part of information messages really reveals the essence of innovative ideas in education and pedagogy using artificial intelligence.

Among other factors, the main difficulty here, apparently, is that it is extremely difficult and quite expensive to model the processes and phenomena of learning, and even more so education for their implementation (perception) in intelligent systems. A huge number of dynamic stochastic factors and causes act simultaneously on the pedagogical object of consideration. These factors are constantly transforming, forming new and destroying old connections, and in this case, the surrounding educational space is changing. In fact, artificial intelligence in the role of a teacher constantly deals in fact with "new material" due to the fact that it is never possible to observe the same conditions as before, and therefore, it is very difficult to accurately repeat the results already achieved using established patterns. This most often causes an unpredictable reaction from students.

Pedagogy, as a science and art, by definition deals not only with development and didactics, its main function also lies in the plane of education. Formalizing and modeling the objects and processes of art, ethics and morality is extremely difficult, because they are based on the laws of harmony and beauty, human emotions, feelings, a sense of responsibility and duty, on the self-affirmation and volitional qualities of the individual. Therefore, it is rather difficult to apply and use intelligent systems with the functions inherent in a harmonious personality in pedagogy. Society as a whole (and the educational system of the state in particular) is constantly in a state of variability, the social goal of education is being clarified all the time, the role and significance of society values are being transformed, and society periodically changes its goals and the tasks arising from them. Therefore, it becomes

more and more difficult to use the revealed social laws and laws in the world of evolving norms in pedagogy. And all the more difficult to train an intelligent system to understand and take into account this variability. But artificial intelligence also successfully copes with this task: using dynamic models and approaches, it can switch from processing knowledge about these hard-to-form objects to the side of modeling the way they act and develop flexible process control [3].

A systematic approach, which is one of the main methodological principles that substantiate research activities in pedagogy, is widely used today at the stages of design, organization and management of the educational process. Under the system, as you know, understand an ordered set of interconnected elements isolated on the basis of certain characteristics, united by a common goal of functioning and unity of management, and acting in interaction with the environment as an integral phenomenon. The increase in efficiency in the activity of a holistic system, obtained as a result of the integration of separate interconnected components, occurs due to the emergence of new properties that were initially not characteristic of its initial components, and this phenomenon is called emergence. It seems logical that a systematic approach to pedagogy should lead to the emergence of emergent learning [4, 5], which can be considered as a system consisting of specific teaching methods, tools and forms, as well as content designed and implemented in accordance with the indicated indicators of competency achievement. The balance in the relationship between traditional teaching and elements using information and communication technology should apparently be based on an analysis of the relevant federal or independently established educational standards by the university, as well as on the basic categories [5] that affect the quality of student training. The main structural components of educational systems — the teacher, students, goals, content, means, methods and forms — determine the whole system of activities of the teacher and student. In this list, learning tools used to be understood mainly as the material and technical support of the educational process, but over the past decades there has been an intensive penetration of computer training tools in the educational process. And instead of stationary personal computers in classes students in the classroom often use their own devices to access the Internet. Various devices are used both for the initial search for information on topics of interest and for self-study, for example, on online courses. Thus, the role of the electronic gadget as a learning tool has significantly increased and transformed. And from the secondary component in the hierarchy of structural components of educational systems, “tools” moved to a fairly separate position, and their functions now consist not only in transmitting information, but also in its accumulation and structuring. As practice shows, electronic learning systems are capable of influencing the formation and transformation of learning goals, content presentation formats, teaching methods and forms. It is logical that significantly transformed digital teaching aids transform the properties of the educational system

as a whole. Thus, at the present stage of development of education, independent implementation, distribution and use of electronic devices in the educational process are observed.

## 2. Integrated network cluster ecosystems

The world economy has recently been seriously affected by the achievements in the field of artificial intelligence and the rapid development of Industry 4.0, as well as quite unpredictable natural disasters and pandemics. The only opportunity to maintain and strengthen their position in the market, which will change rapidly in the coming decades, is the transformation of processes within the framework of new technological trends and integrated network cluster ecosystems. Technology has always had an impact on the business, for example, increasing productivity by replacing human labor with machines. Continued progress in information technology and related areas should dramatically change both the content of work and the way of life in general. The potential power of combining artificial intelligence technologies and Industry 4.0 leads to global consequences and challenges that must now be quickly enough addressed and overcome in order to maintain and develop the business and personnel training system, making the necessary changes to the project management methodology.

In modern engineering, for example, there is an active introduction of intelligent integrated technologies in the entire production and distribution value chain [6–8]. This interconnection of digital and physical systems combines almost everything: from designing and planning products to the supply chain and production. The reason for this approach is a short life cycle of products, a high level of customer focus in the face of fierce competition.

Digitalization capabilities are becoming important to enable collaborative production networks that can better adapt to future dynamic markets. With the increasing prevalence of Internet technology, production systems are becoming so-called cyberphysical production systems (CPPS). They include a network, autonomous components with local intelligence control, which can autonomously communicate with other devices, machines, production modules and products through open networks and semantic descriptions. Thus, traditional rigid hierarchical production will be replaced by decentralized self-organization, where the use of reengineering will allow the creation of significantly more flexible production systems.

Dynamic adjustments and reconfiguration of the production system, equipment, design software can be performed more quickly. Production components can be easily removed or added during product creation. This will allow to better meet the unpredictable requirements of the market or respond flexibly to failures and failures.

Over the past years and decades, information technology has constantly transformed both jobs and society itself. They have become an essential part of



everyday life and work, changing job descriptions, initiating new business models and processes, and changing their viability over time. Employees, like enterprises, must be able to adapt quickly to remain competitive and in demand. Changing conditions and markets has always been difficult and problematic for business and workers, therefore, to answer the question of how the “fourth industrial revolution” differs from the previous ones, you must first understand what the essence of the widespread dissemination of artificial intelligence is. Artificial intelligence is not some other type of computer that can do something new. Artificial intelligence seeks to imitate and replace human thinking processes and create a “learning” virtual computer that can replace human decision-making. Those. it is an attempt to copy a person’s thought process by a computer. Artificial intelligence, using machine learning, can independently learn and adapt, like a person [9]. The concept was widely recognized thanks to the victory of the artificial intelligence-based program over the world champion in the ancient Go game, although the idea and the threat of replacing people with intelligent machines were discussed in the second half of the last century [10]. However, the “fourth industrial revolution” increases these threats. Thanks to the widespread use of technologies such as 3D-design and printing, Nano-Tech and BioTech, etc., labor productivity increases many times. Along with flexibility and convenience, the cost [9] of production and supply is also decreasing, which leads to an “abundance economy” [11]. In the future, the location of companies will no longer be a problem, and two business partners can participate in any venture company, starting production immediately after signing the contracts and starting deliveries, as soon as the goods and services are ready. In the process of production planning, it is also possible to take into account the potential of outsourcing and supply chain management. The increased use of three-dimensional design and progress in three-dimensional printing, along with new developments in the field of materials science, undoubtedly give an unprecedented degree of flexibility to all undertakings. An example is the first 3D-printed object in space for the ISS [12]. Even today, you can already start production as soon as the product is designed. It is no longer necessary to create new production facilities, since the product can be manufactured on any three-dimensional printer and delivered to the addressee by a specific logistics company. In fact, the need for human participation can be limited by the approval of the concept of designs with artificial intelligence, which solves all other issues — from fully automated production to the delivery of finished products by self-propelled cars and unmanned aerial vehicles. Naturally, all these global changes will have a huge impact on the whole business scheme, which will be largely outsourced to artificial intelligence. The workplace of the future will be significantly different from the modern corporate world.

The transfer to artificial intelligence of template repeated tasks that are performed according to

deterministic algorithms (for example, accounting) can be only the first step. The ability of artificial intelligence systems to learn and to self-learn can ultimately make it possible to fully replace a whole army of white-collar workers. The owners of companies may have come up with (and many have already thought of) the idea that instead of hiring one or several hundred people, you can buy one artificial intelligence system that will never hurt, be absent or complain about working conditions. At the same time, there is no need to solve all the complex and often poorly predicted problems that arise in the team. The costs of simple, maintenance and modernization of the artificial intelligence system will be insignificant compared with the cost of labor and related administrative work. The economic incentive is likely to convince many enterprises to automate work processes. Cost, as you know, was one of the factors of outsourcing and transfer of production to countries with low labor costs. Therefore, there is no reason why these capabilities of intellectual automation will not be used by industries [13]. Given that even bibliographic work at the university was transferred to artificial intelligence [14], it is easy to imagine that many other similar jobs are under serious threat of automation [15].

Deep Learning — a branch of the development of machine learning, based on the model of interaction of neurons in the human brain or artificial intelligence that is not inferior in accuracy to a person when performing tasks, will simply surpass people in the amount of work performed. For project management, this would mean carrying out all types of work, for example, highly qualified risk analysis and planning, optimizing resources and related tasks faster and more comprehensively than any strongest project manager team could even dream of. Given the sad statistics of numerous failures in this area, artificial intelligence can indeed significantly increase productivity and reduce their cost.

Flexible production methodology combined with artificial intelligence and material science will allow for a short time to organize localized and economical production on an ad hoc basis and largely without human intervention, which, in this case, will have the auxiliary role of ensuring the “operation of the machine”. How can we increase the sustainability of human labor and counteract its replacement by machine? In [16], the main arguments that can oppose the replacement of human labor with machine labor are creativity, social intelligence, and operations management. In addition to the new jobs associated with maintaining and creating these smart supply chains and network outsourcing, the aforementioned variables ensure that people keep their jobs, albeit perhaps in a slightly modified form.

### 3. Transformation of education in the face of rapid change

Whenever the economic environment undergoes rapid and dramatic changes, in every area there are winners and those who are behind. Given the realities of the upcoming challenge, it is necessary to act now to become leaders and

drivers of serious market changes. For the correct use of the capabilities of artificial intelligence, it is necessary to carefully and critically evaluate which model of education we present and where we want to be when the “smart university” begins to become an objective reality. Refusal to solve these problems in this case is not an entirely suitable option: competitors will step up and force other market participants to either follow their example or drop out of the competition.

We can already observe this effect even today, although to a lesser extent. Why should buyers of educational services put up with the fact that you cannot deliver to them what they want, when they want, and how they want. Creating value in this case is the key to success. Only innovative, flexible and customer-oriented competitors will remain on the market. Thus, the transformation of the model of education and ourselves is a task that must be started now, so as not to lag behind forever.

We need a corporate strategy, which, ultimately, will ensure sustainable market success, offering the necessary value for students. The proposals “value and usefulness” will be the main goal and future distinctive advantage, which is necessary for achieving the goal and interactive communication with students.

Value and usefulness are much more than just buzzwords that identify valuable offers to our students, which they consider superior to their competitors. They will become the decisive factor for future success in the education market. Obviously, all products are becoming increasingly interchangeable on the technical side. Literally, it doesn't matter which university, for example, you choose, because all offers are almost identical.

Therefore, the offer of a “personal” educational process will be a distinctive advantage of your university over its competitors, in which it is necessary to invest and, thereby, create the ability to instantly satisfy requests. Modern digital advances allow you to quickly establish basic processes, instantly enable and disable functions with a single button and initiate a training program as soon as the final training model is agreed.

Decentralized training and outsourcing can become two key functions for the successful application of artificial intelligence in education. Today, there are already the necessary tools to expand such a bottleneck as individual learning in a group, by introducing artificial intelligence methods into the learning organization process. However, in order to really get around this bottleneck, it is necessary to have a localized flexible learning space that has decentralized capacities for working next to students. Moreover, the training should be sufficiently “smart” to accept and execute orders automatically using an intelligent system, reducing or completely eliminating the need for human intervention, in addition to making initial decisions [1, 17]. Naturally, in this case, the training chain discussed above will be very vulnerable to external shocks, which makes viability the main task for the management team, whose functions should be significantly different from today's management.

#### **4. The new function of a learning management system in a digital transformation**

The transformation of the learning ecosystem is essentially a revolution precisely because there are not superficial, but radical changes: the ecosystem is being rebuilt from top to bottom. Learning models are changing, new universities are appearing, world-famous brands with a long history are being wiped off the face of the earth if they do not have time to join the ranks of digital innovators. Recipients of educational services have changed their behavior; they want an individual approach, unique training programs.

The type of managerial specializations required in the education system and their relative role in the management team have constantly changed since the advent of universities, which initially did not have positions based, for example, on “equality” or “sustainability”, since the need for them only developed over time. As the educational ecosystem develops, it will be necessary to develop, create, modify and replace managerial positions and responsibilities based on emerging needs.

The actual need for management will be reduced to managerial and business functions, depending on individual decisions and preferences. This “thrifty” approach to education management can be resolved only with the help of a combination of artificial intelligence and digitalization, and to a large extent dependent on network outsourcing within the framework of the production and educational cluster [7]. Creating flexibility for a decentralized model of education will eliminate the need to retain unclaimed educational capacities that will actually begin to become a burden, not an asset.

All this will create the need for new managerial functions, as well as change the content and list of responsibilities for all departments of the university. Naturally, these functions will be largely supported by artificial intelligence systems, and human intervention, if at all necessary and desirable, should be carried out only at the very last stage.

The main idea of the development of Industry 4.0 and CPPS is the creation of self-organizing and self-adaptive dynamic network educational outsourcing structures and curricula throughout the entire life cycle of the university to implement the most flexible individual training with the costs of mass stream education. This trend is already clearly visible not only in education, but also in many key sectors of the global economy and political decisions are largely determined by the increasingly fierce struggle for markets for innovative products and services.

The integration of digitalization in education is actively and effectively inhibited by a number of factors. In addition to doubts about the security of digital data and the need for large investments, one can note the insufficient qualifications of students and trainees at all levels, the lack of effective business processes and standards for using the advantages of the digital

approach. It is this approach that can provide new opportunities for new educational programs. Integrated automation, informatization and intellectualization of the main educational technologies will ensure guaranteed growth in turnover, flexibility of training, productivity and overall university efficiency. The main difficulty is that the implementation and use of Industry 4.0 technologies and cyberphysical systems will take place under the influence of various kinds of uncertain factors, for example, indifferent, targeted, related to the uncertainty of subjects' goals, etc.

Analysis of the uncertainty of competitors' actions can be based on multi-agent systems, various game models, and fuzzy logic methods. These approaches implement the principles of conflict management, as well as taking into account the so-called "soft" factors that are difficult to formalize, such as common goals, flexibility, trust, reputation, and so on. The digital revolution in the management of educational program chains and outsourcing can lead to a real increase in the efficiency of universities, a significant improvement in the quality of education

Very often, even leading universities use home-made educational process management information systems, which leads to significant costs and time losses. It is much more advisable to use a multifunctional updated platform supported by a serious operator, while creating a single space for cooperation of all participants in outsourcing and educational chains.

Modeling, optimization and analytics of big data allow forming a complete set of technologies for creating an outsourcing network and digital educational chains, identifying the state model of all processes in real time. At each point in time, a digital twin displays the status of outsourcing processes and educational chains with actual data on planning, preparing the necessary equipment, directly preparing educational programs, loading teachers, accounting and monitoring learning outcomes. A digital twin can be used both for real-time decision making and for forecasting and planning outsourcing. In fact, the university and the companies providing outsourcing services within the framework of this approach are integrated into a single mechanism for solving flexible individual training tasks. If, for example, an emergency occurs in the educational chain, this deviation can be noticed by the risk data monitoring tool and transferred to the simulation model to form alternative options. Simulation in a digital twin can help show the spread of the impact of emergency events in the system and provides effective adaptation of action plans in accordance with the situation almost online.

## 5. Practical implementation of the proposed concept

The transformation of the sphere of education in accordance with modern challenges is inevitable. Technologies that have already become the driver of large-scale socio-economic changes have huge potential for application in the educational process. Already

today, the use of big data processing technologies, artificial intelligence, personalization in training is no longer the subject of academic discussion and is becoming the content of real-life projects, educational services and platforms. To be able to respond to global challenges, participants in the educational ecosystem must very well understand the main trends in its development.

This is especially important for Russia, which for many decades has been exposed to "raw material dependence" and the accompanying significant centralization of public administration in everything, including education. Today, when natural wealth ceases to be the basis and guarantee of success of individual countries in the context of global competition, it is necessary to focus all attention on the development of the only truly inexhaustible resource for shaping a better future - human potential in all its manifestations [18].

One of the most acceptable options here is blended learning — an educational concept in which a student gains knowledge both independently — online and in person — with a teacher. This approach makes it possible to control the time, place, pace and way of studying the material. Blended education allows you to combine traditional techniques and current technology. The model does not imply a radical rejection of B&M education, since full-time education provides important speech and socio-cultural skills. Thus, blended education is becoming an approach that universities can apply "here and now" in the realities of an ordinary institution, updating the educational process. Here it is necessary to clarify: brick and mortar (B & M) is an english-language idiom, which means something settled and traditional. In the context of education, B&M education means the traditional model of full-time study. The student attends "live" classes in classrooms, but the so-called computer-mediated activities are widely used, that is, the computer, online mode, mobile devices and special training programs / platforms / resources are used as mediators of educational activity [19].

The educational paradigm of blended learning is applicable to different audiences: it can be training for schoolchildren and students, and it can be trainings and corporate training for employees. Blended learning synonyms such as blending learning, hybrid learning, technology-mediated instruction, web-enhanced instruction, and mixed-mode instruction are often used. Blended learning stands on three pillars: distance learning, face-to-face learning, and online learning. This concept allows you to maintain the level of training even in the event of emergencies, which, unfortunately, in the past occur almost everywhere. Blended learning teaches to organize and plan work independently, independently obtain and analyze knowledge, search and select information, make decisions, develop skills for presenting projects, and engage in self-education. There are six blended learning models with different emphasis, needs, and costs [19].

1. Face-to-face driver. The teacher personally gives the bulk of the educational plan, interspersing online



training as needed as necessary. This model often includes classroom and laboratory work on computers.

2. Rotation model. There is a rotation of the schedule of traditional full-time education in the classroom and independent online training in personal mode (for example, via the Internet according to the link plan drawn up by the teacher; in the school blended program; on a special site).

3. Flex model. For the most part, an online platform is used, the teacher supports students as needed, occasionally working with small groups or even with one student.

4. Online lab. An online platform is used to transmit the entire course in class to classrooms. Such training takes place under the supervision of a teacher. Such a program can be combined with the classical one as part of the usual class schedule.

5. Self-blend model. The student decides which of the B&M courses he needs to complete with remote online classes.

6. Online driver model. Basically, this model involves learning online - through the platform and remote contact with the teacher. However, optional or on-demand verification in-person classes and meetings with the teacher can be added.

It is also necessary to analyze and carefully prepare the program [19, 20]:

- Distribute course / academic year material for full-time, distance / online parts.
- Understand what can be improved with modern technology and software.
- Set a time frame for each topic and determine the rhythm of work. You need to understand in what sequence and how often distance self-study is replaced by face-to-face exercises with “live” discussions.
- Develop or digitalize a ton of materials: “pack” classes, compose “laboratories”, form test tests, “fill in” materials for distribution, compile a media library, record videos, prepare presentations, etc.
- Choose online resources and support programs that will be involved in the training.
- Create a program for training (software), if the budget allows. If it does not allow, adapt online services for team work and project management to your curriculum.

In its pure form, these models are rarely used. Usually they are combined. For example, Face-to-face with Flex: in addition to attending classes, students study online on their own, and then discuss obscure points with the teacher. The Sloan Consortium estimates that more than 60 % of American students believe that blended learning is more effective than usual. This is easy to believe by looking at the pros of blended learning.

1. The flexibility of the educational process. Any number of teachers and students can be involved in it. Teachers can give master classes even when they are on another continent, and you can access electronic training materials at any time and from anywhere.

2. Openness of training. Passing exams on a computer is difficult to write off or run into bias. Also, communication technologies allow students and teachers to constantly maintain feedback, which means that they better understand each other.

3. Individual approach. Teachers can vary the pace and volume of learning material depending on the personal characteristics of students. And the combination of different models allows each student to develop in the direction that interests him.

4. The development of independence. The student must effectively manage his time, be able to plan and be disciplined. Otherwise, with a mixed system, success cannot be achieved.

5. Increase motivation. Many people love gadgets and services. In the 21st century, people want to not just learn — they want it to be interactive and interesting, and they are happy to participate in webinars, conduct discussions on forums, and master various programs.

## 6. Conclusion

Within the framework of the proposed approach, it is possible to build an educational university environment integrated with real objects of the territory economy, which is a component of the educational ecosystem. For territories with a high concentration of manufacturing enterprises and universities, this model allows us to consider an integrated ecosystem based on the ecosystems of the respective universities. The concept under consideration allows predicting and planning the training of required specialists, since the model of its work is closely connected with enterprises in the real sector due to the fact that training takes place according to flexible programs that reflect the constantly changing requirements of enterprises to the competencies of their employees. In fact, a university or a group of universities is becoming an essential component of territorial industrial clusters, which makes it possible to increase the efficiency and quality of specialist training and to quickly develop new curricula and courses that will quickly develop competencies demanded by the real sector of the economy. The use of artificial intelligence technology in combination with the capabilities of the Internet of things and digitalization of the main business processes provides, in fact, the functioning and development of the university’s ecosystem by analogy with the ecosystems of large sectoral system-forming enterprises.

## References

1. *Obrazovaniya dlya slozhnogo obshchestva* [Education for a complex society]. (In Russian.) Available at: <http://vcht.center/wp-content/uploads/2019/06/Obrazovanie-dlya-slozhnogo-obshchestva.pdf>
2. *Titkova O. V., Efremenko V. V., Osipova A. M., Zhemerikina Yu. I.* The use of information and communication technologies in formation of an inclusive education system. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, no.7 (4.36), p. 1075–1078.
3. *Koliada M. G., Bugayova T. I.* *Iskusstvennyj intellekt kak dvizhushchaya sila sovershenstvovaniya i innovatsionnogo*

razvitija v obrazovanii i pedagogike [Artificial intelligence as a moving force of improvement and innovative development in education and pedagogic]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 10, p. 21–30. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-10-21-30

4. *Andryushkova O. V., Grigoriev S. G.* Metodika otsenki kachestva obucheniya na osnove negehtropii [Methodology for assessment of the quality of learning based on negentropy]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 10, p. 37–45. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-10-37-45

5. *Andryushkova O. V., Grigoriev S. G.* Ehmergentnoe obuchenie v informatsionno-obrazovatel'noj srede [Emergent training in the educational information environment]. Moscow, *Obrazovanie i Informatika*, 2018. 104 p. (In Russian.)

6. *Dolgiu A., Bakhtadze N. N., Sabitov R. A., Smirnova G. S., Elpashev D.* Identification and simulation models in logistics control systems for production processes and freighting. *IFAC-PapersOnLine*, 2017, vol. 50, is. 1, p. 14638–14643. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.1903

7. *Smirnova G. S., Sabitov R. A., Morozov B., Sabitov S., Sirazetdinov B., Elizarova N.* To the problem of dynamic modeling and management in an integrated environment of the industrial cluster. *IFAC-PapersOnLine*, 2015, vol. 48, is. 3, p. 1230–1235. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.252

8. *Parkinson B.* Na puti k intellektual'nomu proizvodstvu [Towards intelligent production]. *Control Engineering Russia*, 2017, no. 6, p. 58–60. (In Russian.) Available at: <https://controlengrussia.com/internet-veshhej/intellektualnoe-proizvodstvo/>

9. *Ford M.* Rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future. New York, Basic Books, 2015. 354 p.

10. *Larabell J. T.* The rise of the robots. *New American*, 2016. Available at: <https://www.thenewamerican.com/tech/computers/item/24478-the-rise-of-the-robots>

11. *Sadler P.* Sustainable growth in a post-scarcity world: Consumption, demand, and the poverty penalty. Farnham, Gower, 2010. 264 p.

12. *Rainey K.* Open for business: 3-D printer creates first object in space on international space station. NASA, 2015. Available at: <http://www.nasa.gov/content/open-for-business-3-d-printer-creates-first-object-in-space-on-international-space-station>

13. Deloitte's 2016 global outsourcing survey. Available at: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/operations/deloitte-nl-s&o-global-outsourcing-survey.pdf>

14. *Condon W.* Large-scale assessment, locally-developed measures, and automated scoring of essays: Fishing for red herrings? *Assessing Writing*, 2013, vol. 18, no. 1, p. 100–108. Available at: <https://www.learnedtechlib.org/p/92347/>

15. *Kashapov N. F., Khafizov I. I., Nurullin I. G., Sadykov Z. B.* Influence of introduction of robotics on increase in efficiency of electrochemical production. *Int. Scientific-Technical Conf. on Innovative Engineering Technologies, Equipment and Materials 2017*, 2017, vol. 412. DOI: 10.1088/1757-899X/412/1/012034

16. *Frey C. B., Osborne M. A.* The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, vol. 114, p. 254–280. DOI: 10.1016/j.techfore.2016.08.019

17. Blended Learning: perekhod k smeshannomu obucheniyu za 5 shagov [Blended Learning: Transition to blended learning in 5 steps]. Zillion, 2013. (In Russian.) Available at: <https://zillion.net/ru/blog/375/blended-learning-pieriekhod-k-smieshannomu-obuchieniiu-za-5-shagov>

18. *Buono J.* Blended Learning: Why it's taking the lead in education. CogniFit, 2017. Available at: <https://blog.cognifit.com/blended-learning/>

19. *Vander Ark T.* Blended, project-based and social emotional learning at thrive public schools. *Education Week*, 2017. Available at: [http://blogs.edweek.org/edweek/on\\_innovation/2016/04/blended\\_project-based\\_and\\_social\\_emotional\\_learning\\_at\\_thrive\\_public\\_schools.html](http://blogs.edweek.org/edweek/on_innovation/2016/04/blended_project-based_and_social_emotional_learning_at_thrive_public_schools.html)

20. Learning ecosystem. Available at: <https://www.cfainstitute.org/programs/learning-ecosystem>

## КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ СМЕШАННОГО УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

С. Г. Григорьев<sup>1</sup>, Р. А. Сабитов<sup>2</sup>, Г. С. Смирнова<sup>2</sup>, Ш. Р. Сабитов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Московский городской педагогический университет*  
129226, Россия, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4

<sup>2</sup> *Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева*  
420111, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10

<sup>3</sup> *Казанский (Приволжский) федеральный университет*  
420008, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

### Аннотация

В статье предлагается концепция формирования и развития адаптивной экосистемы университетского образования. Концепция может позволить не только элиминировать недостатки, присущие дистанционной системе образования, но и создать основу построения полноценной образовательной технологии. Базой построения такой экосистемы, помимо чисто дидактических наработок, могут стать и современные достижения в области теории систем, цифровизации и искусственного интеллекта. Рынок образования испытывает серьезное влияние достижений в области искусственного интеллекта и быстрого развития «Индустрии 4.0». Также приходится учитывать достаточно непредсказуемые природные катаклизмы и пандемии. В этих условиях единственная возможность сохранения и усиления своих позиций на рынке образования, который будет стремительно меняться в ближайшие десятилетия, — это трансформация процессов в рамках новых технологических трендов и интегрированных сетевых кластерных экосистем. Децентрализованное обучение и аутсорсинг могут стать двумя ключевыми функциями для успешного применения искусственного интеллекта в образовании. Моделирование, оптимизация и аналитика больших данных позволяют формировать полный набор технологий для создания сети аутсорсинга и цифровых образовательных цепочек, что позволяет идентифицировать модель состояния всех процессов в режиме реального времени. В каждый момент времени цифровой двойник отображает состояние процессов аутсорсинга и образовательных цепочек с фактическими данными планирования, подготовки необходимого оборудования, непосредственно подготовки образовательных программ, загрузки преподавателей, учета и кон-

троля результатов обучения и т. п. Цифровой двойник может использоваться как для принятия решений в режиме реального времени, так и для прогнозирования и планирования аутсорсинга. По сути, университет и компании, обеспечивающие аутсорсинговые услуги в рамках данного подхода, интегрируются в единый механизм для решения задач гибкого индивидуального обучения. В рамках предлагаемого подхода возможно построение образовательной университетской среды, интегрированной с реальными объектами экономики территории, которая является компонентом образовательной экосистемы. Рассматриваемая концепция позволяет прогнозировать и планировать подготовку требуемых специалистов, поскольку модель ее работы тесно связана с предприятиями реального сектора экономики. Это становится возможным за счет того, что обучение происходит по гибким программам, отражающим постоянно меняющиеся требования предприятий к компетенциям своих сотрудников. По сути, университет или группа университетов становятся важнейшей составной частью территориальных промышленных кластеров, что позволяет повысить эффективность и качество подготовки специалистов и оперативно разрабатывать новые учебные программы и курсы, позволяющие быстро осваивать востребованные реальным сектором экономики компетенции. Использование технологии искусственного интеллекта в сочетании с возможностями интернета вещей и цифровизации основных бизнес-процессов обеспечивает, по сути, функционирование и развитие экосистемы университета по аналогии с экосистемами крупных отраслевых системообразующих предприятий.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, экосистема, образовательный кластер, смешанное обучение, цифровизация.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2020-35-5-15-23

**Для цитирования:**

Григорьев С. Г., Сабитов Р. А., Смирнова Г. С., Сабитов Ш. Р. Концепция формирования и развития цифровой интеллектуальной экосистемы смешанного университетского образования // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 15–23. (На англ.)

**Статья поступила в редакцию:** 23 апреля 2020 года.

**Статья принята к печати:** 19 мая 2020 года.

**Сведения об авторах**

**Григорьев Сергей Георгиевич**, доктор тех. наук, профессор, член-корреспондент РАО, зав. кафедрой информатики и прикладной математики, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Россия; grigorsg@mgpu.ru; ORCID: 0000-0002-0034-9224

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

**Смирнова Гульнара Сергеевна**, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры динамики процессов и управления, зав. лабораторией интеллектуальных систем, Институт компьютерных технологий и защиты информации, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева, Республика Татарстан, Россия; seyl@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8880-4473

**Сабитов Шамиль Рустэмович**, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры технологии программирования, Институт вычислительной математики и информационных технологий, Казанский федеральный университет, Республика Татарстан, Россия; sh.r.sabitov@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6403-4291

## НОВОСТИ

### Студенты педагогических направлений подготовки получили право преподавать в школах

8 июня 2020 года Президент Российской Федерации Владимир Путин подписал федеральный закон, который дает возможность студентам старших курсов, учащимся по специальностям и направлениям подготовки «Образование и педагогические науки», преподавать в школах, если они успешно прошли промежуточную аттестацию не менее чем за три года обучения. Соответствующие поправки внесены в федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации».

Кроме того, согласно закону, по окончании двух курсов успешно прошедшие аттестацию студенты смогут вести занятия по дополнительным общеобразовательным программам, соответствующим их специальностям и направлениям подготовки.

«Это отличная возможность, она открывает дорогу студентам к практическим занятиям, помогает им войти

в профессию в наиболее комфортном режиме и в конечном счете позволит привлекать все больше и больше талантливых молодежи в педагогическую среду. Я сам был педагогом и скажу, что, когда вы выходите из стен университета и сразу включаетесь в работу с детским коллективом с полноценным ежедневным расписанием, это требует очень серьезной подготовки, в том числе психологической. И такая возможность влиться в этот процесс постепенно, начиная с нескольких определенных занятий по своему предметному направлению под чутким руководством и наставничеством учителей с богатым педагогическим опытом, — это действительно помогает, — отметил министр просвещения Сергей Кравцов. — Прежде всего, здесь можно использовать потенциал талантливых студентов педагогических университетов».

(По материалам, предоставленным пресс-службой Минпросвещения России)



## КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКА ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

С. Н. Тарануха<sup>1</sup>, А. А. Кузьмин<sup>1</sup>, М. Н. Савельева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова  
198035, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 5/7

### Аннотация

Стремительный рост цифровизации образования значительно повысил роль электронной информационно-образовательной среды образовательных организаций. Она стала базовым инструментом организации, ведения и администрирования учебного процесса. Электронная информационно-образовательная среда образовательной организации должна обеспечивать фиксацию хода образовательного процесса и результатов освоения основной профессиональной образовательной программы — компетенций по итогам промежуточной аттестации, проведенной в системе дистанционного обучения, интегрированной в электронную информационно-образовательную среду. Статья рассматривает применение квалиметрических подходов в оценке качества сформированности компетенций выпускника вуза при реализации программ высшего образования в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования 3+++. Предложена математическая модель оценки результатов освоения программы (сформированности компетенций) выпускника в зависимости от вклада учебных дисциплин в формирование каждой компетенции. Рассмотрены два способа оценки результата: как среднего арифметического и как взвешенного значения от полученных оценок по дисциплинам, формирующим эту компетенцию, а также возможность мониторинга формирования компетенции в процессе освоения учебных дисциплин и внесения результатов промежуточной аттестации в электронное портфолио обучающегося. Оценка сформированности компетенций может стать следующим этапом развития электронного портфолио обучающегося, являющегося частью электронной информационно-образовательной среды.

**Ключевые слова:** сформированность компетенций обучающегося, электронное портфолио, электронный диплом, оценка качества обучения, квалиметрия, модель выпускника университета.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-24-32

### Для цитирования:

Тарануха С. Н., Кузьмин А. А., Савельева М. Н. Квалиметрическая модель сформированности компетенций выпускника основных образовательных программ // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 24–32.

**Статья поступила в редакцию:** 27 марта 2020 года.

**Статья принята к печати:** 19 мая 2020 года.

### Сведения об авторах

**Тарануха Светлана Николаевна**, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры математического моделирования и прикладной информатики, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, г. Санкт-Петербург, Россия; TaranuhaSN@gumrf.ru; ORCID: 0000-0003-1231-3664

**Кузьмин Александр Алексеевич**, канд. тех. наук, доцент, зав. кафедрой технологии материалов и материаловедения, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, г. Санкт-Петербург, Россия; kaf\_tmm@gumrf.ru; ORCID: 0000-0002-8356-0913

**Савельева Марина Николаевна**, канд. филос. наук, доцент кафедры экономики водного транспорта, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, г. Санкт-Петербург, Россия; SavelevaMN@gumrf.ru; ORCID: 0000-0003-2827-6183

## 1. Введение

Внедрение ФГОС высшего образования третьего поколения приводит к изменению образовательной политики и практики работы всех высших учебных заведений в соответствии с компетентностным подходом. В основе этих изменений лежит реструктуризация всех учебных программ и переход к оцениванию уровня подготовки выпускника вуза в форме измерения его компетенций. Однако в новых ФГОС или не представлена, или представлена в виде традиционных форм процедура оценивания результатов образовательной деятельности [1].

Вопросы оценивания сформированности компетенций выпускников вуза рассматриваются в работах многих авторов. Так, методические аспекты диагностики уровня и построения индивидуального

профиля сформированности компетенций обучающихся достаточно подробно рассмотрены в статье А. Е. Черных, Л. Г. Миляевой [2]. Педагоги-исследователи рассматривают различные проблемы разработки методики оценки уровня сформированности компетенций выпускников вуза:

- методику построения негэнтропийной оценки [3];
- построение когнитивной модели, отражающей влияние изучаемых дисциплин на формирование различных компетенций специалиста [4];
- метод оценивания с использованием кривых научения [5];
- методику оценивания с использованием кейс-метода и метода проектов [6, 7];
- дескрипторное описание компетенций в дескрипторах: знать, уметь, владеть [8];

- метод взвешенных оценок основных показателей в рамках конкретной дисциплины [9].

Отдельные авторы считают, что оценка уровня сформированности компетенций должна включать оценку уровня компетентности преподавателем, самооценку студента, обсуждение результатов и комплекс мер по устранению недостатков [10, 11].

## 2. Актуальность задачи разработки квалиметрической модели сформированности компетенций выпускника основной образовательной программы

К оценке сформированности компетенций выпускника образовательной программы можно подходить, с определенной степенью приближения, как к оценке системы, состоящей из объектов (компетенций) и определенных связей между ними (дисциплин, вносящих вклад в сформированность этих компетенций). Поэтому применение квалиметрических подходов в оценке качества сформированности компетенций выпускника вполне обоснованно и актуально [12–15].

По мнению ряда авторов, квалиметрический подход можно использовать:

- для выявления значимых оценок и подходов к построению модели мониторинга качества образования и обеспечения качества образования в вузе [16];
- для оценки уровня профессиональной подготовки обучающихся курсов повышения квалификации и профессиональной подготовки [17];
- для управления качеством деятельности в ключевых социальных сферах — образовании и науке [18].

Оценка качества выпускника — это и есть оценка сформированности компетенций у него. Методологическая значимость квалиметрии для образования заключается в принципиальной возможности выражать качество объектов образовательных систем, нематериальных по своей природе, одним количественным показателем, несмотря на множественность его различных свойств и признаков [19].

В соответствии с п. 1.4 ФГОС ВО 3++ [20] результатами освоения основных образовательных программ являются сформированные компетенции обучающихся, самостоятельно установленные образовательной организацией. Исходя из этой логики, и оцениваться должны компетенции (сформированность компетенций), а не дисциплины, их формирующие. Возможно, и приложение к диплому должно содержать оценки не за изученные дисциплины, а за сформированные компетенции.

Раздел 4.2.2 ФГОС ВО 3++ задает требования к электронной информационно-образовательной среде образовательной организации. В частности, «электронная информационно-образовательная среда организации должна дополнительно обеспе-

чивать фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы» [20]. То есть должно обеспечиваться динамическое отражение того, что дисциплины учебного плана изучаются, по ним проводится промежуточная аттестация, что, в свою очередь, приводит к поступательному формированию соответствующих компетенций.

Оценка сформированности компетенций может стать следующим этапом развития электронного портфолио обучающихся, а в дальнейшем может быть применена для формирования электронного диплома. Кроме того, протоколы сформированности компетенций могут быть представлены работодателям при трудоустройстве на работу.

Вопросы квалиметрии личностных учебных достижений уже рассматривались в работах [21–23]. В данной статье мы предлагаем разработанную нами квалиметрическую модель оценки сформированности компетенций выпускника вуза.

## 3. Квалиметрическая модель оценки сформированности компетенций выпускника основной образовательной программы

Для дальнейших рассуждений и создания математической модели оценки результатов освоения программы (сформированности компетенций) введем следующие обозначения:

$D_l$  —  $l$ -я учебная дисциплина учебного плана ОПОП,  $l = 1..L$ , где  $L$  — общее количество учебных дисциплин в учебном плане ОПОП;

$ФИО_m$  — обучающийся учебной группы по рассматриваемой ОПОП;

$K_n$  —  $n$ -я формируемая и оцениваемая компетенция, входящая в компетентностную модель обучающегося по ОПОП,  $n = 1..N$ , где  $N$  — общее количество формируемых и оцениваемых компетенций;

$O_{ml}$  — оценка  $m$ -го обучающегося по  $l$ -й дисциплине;

$j_{dk}$  — весовой коэффициент вклада каждой дисциплины в формирование конкретной компетенции;

$R$  — результат освоения/сформированности компетенции;

$R_{ср.K_n}$  — средний результат освоения компетенции  $K_n$ ;

$R_{взв.K_n}$  — взвешенный результат освоения компетенции  $K_n$ ;

$P_{K_n}$  — сформированность компетенции  $K_n$ ;

$P_{D_l K_n}$  — доля сформированности компетенции  $K_n$ , вносимая дисциплиной  $D_l$ .

Результаты освоения обучающимися дисциплин учебного плана основной профессиональной образовательной программы приведены в таблице 1. Таблица формируется на основе результатов промежуточной аттестации из зачетно-экзаменационных ведомостей и отражает фиксацию хода образовательного процесса и результаты промежуточной аттестации по учебной группе.

Таблица 1

Обучающиеся	Дисциплина учебного плана ОПОП			
	$D_1$	$D_2$	$D_{...}$	$D_L$
ФИО <sub>1</sub>	$O_{11}$	$O_{12}$		$O_{1L}$
ФИО <sub>2</sub>	$O_{21}$	$O_{22}$		$O_{2L}$
...				
ФИО <sub>m</sub>	$O_{m1}$	$O_{m2}$		$O_{mL}$

Таблица 2

	$K_1$				$K_2$				$K_n$			
	$D_1$	$D_2$	$D_4$	$R_{ср. K1}$	$D_2$	$D_5$	$D_6$	$R_{ср. K2}$	$D_i$	$D_j$	$D_l$	$R_{ср. Kn}$
ФИО <sub>1</sub>	$O_{11}$	$O_{12}$		$R_{1K1ср.}$	$O_{12}$	$O_{15}$	$O_{16}$	$R_{1K2ср.}$				$R_{1Knср.}$
ФИО <sub>2</sub>	$O_{21}$	$O_{22}$		$R_{2 K1ср.}$	$O_{22}$	$O_{25}$	$O_{26}$	$R_{2K2ср.}$				$R_{2Knср.}$
...												
ФИО <sub>m</sub>	$O_{m1}$	$O_{m2}$		$R_{m K1ср.}$	$O_{m2}$	$O_{m5}$	$O_{m6}$	$R_{mK2ср.}$				$R_{mKnср.}$

Таблица 3

	$K_1$	$K_2$	$K_3$	...	$K_n$
ФИО <sub>1</sub>	$R_{1K1ср.}$	$R_{1K2ср.}$			$R_{1Knср.}$
ФИО <sub>2</sub>	$R_{2K1ср.}$	$R_{2K2ср.}$			$R_{2Knср.}$
...					
ФИО <sub>m</sub>	$R_{mK1ср.}$	$R_{mK2ср.}$			$R_{mKnср.}$

Оценка и мониторинг формирования компетенций обучающихся (результатов освоения программы) в процессе освоения дисциплин учебного плана, обеспечивающих создание модели выпускника по ОПОП, разработанной на основании профессиональных стандартов, приведены в таблицах 2 и 3.

В общем случае, исходя из предположения, что все дисциплины вносят равноценный вклад в формирование компетенции, оценку сформированности компетенции можно рассчитать как среднее арифметическое значение от полученных оценок по дисциплинам, формирующим эту компетенцию.

При реализации такого подхода и равнозначности дисциплин при формировании компетенции освоение компетенции будет формироваться равными долями по мере внесения результатов освоения дисциплин (заполнения соответствующих ячеек таблицы).

$R_{ср. Kn}$  — среднее арифметическое оценок, полученных обучающимся при освоении дисциплин, формирующих компетенцию  $K_n$ .

Однако это предположение носит довольно условный характер, так как в реальной жизни надо говорить о дифференцированном вкладе различных дисциплин в формирование каждой компетенции. В этом случае требуется установить (назначить) вклад

отдельных дисциплин  $l$  в формирование компетенции  $K_n$ . Это может быть установлено в виде матрицы весовых коэффициентов  $j_{dn}$  (табл. 4). При этом сумма  $j_{dn}$  по каждой компетенции должна быть равна 1.

Вклад (вес) каждой дисциплины может быть установлен методом экспертной оценки со стороны ведущих преподавателей-разработчиков ОПОП, а также с привлечением представителей основных работодателей, профессиональных сообществ и пр.

При реализации второго подхода (с установлением весового вклада дисциплин в освоение компетенций) освоение компетенции будет формироваться пропорционально весовому коэффициенту каждой дисциплины по мере внесения результатов освоения дисциплин (заполнения соответствующих ячеек таблицы).

И в одном, и в другом случае при условии успешного освоения всех дисциплин, формирующих компетенцию, результат ее освоения составит сумму процентов по каждой дисциплине, составляющую 100 %.

Взвешенный результат сформированности компетенции

$$R_{kn} = \sum O_i j_{ni}$$



Таблица 4

	$K_1$	$K_2$	$K_3$		$K_n$
$D_{1/O1}$	$j_{11}$				
$D_{2/O2}$	$j_{21}$	$j_{22}$			
$D_{3/O3}$			$j_{33}$		
$D_{4/O4}$	$j_{41}$		$j_{43}$		
$D_{5/O5}$		$j_{52}$			
$D_{6/O6}$		$j_{62}$	$j_{63}$		
$D_{l/Ol}$	$j_{d1}$				$j_{dk}$

получен на основании оценок, полученных обучающимся при освоении дисциплин, формирующих компетенцию  $K_n$ .

Сформированность  $n$ -й компетенции

$$P_{Kn} = \sum P_{DKn}$$

равна сумме долей сформированности компетенций, вносимых дисциплинами  $D_l$  в компетенцию  $K_n$ .

Оценка и мониторинг формирования компетенций обучающихся (результатов освоения программы)

в процессе освоения дисциплин учебного плана, обеспечивающих создание модели выпускника по ОПОП с учетом *равнозначного* вклада дисциплин в формирование компетенций, приведены в таблице 5.

Оценка и мониторинг формирования компетенций обучающихся (результатов освоения программы) в процессе освоения дисциплин учебного плана, обеспечивающих создание модели выпускника по ОПОП с учетом *взвешенного* вклада дисциплин в формирование компетенций, приведены в таблице 6.

Таблица 5

	$K_1$							$K_n$								
	$D_1$	% освоения $K_1(D1)$	$D_2$	% освоения $K_1(D2)$	$D_4$	% освоения $K_1(D4)$	$R_{ср. K1}$	% освоения $K_1$	$D...$	% освоения $K_n$	$D...$	% освоения $K_n$	$D...$	% освоения $K_n$	$R_{ср. K1}$	% освоения $K_n$
ФИО <sub>1</sub>	$O_{11}$	100/ кол-во дисц. в $K_1$	$O_{12}$	100/ кол-во дисц. в $K_1$		100/ кол-во дисц. в $K_1$	$R_{1K1ср.}$	100	$O_{1...}$		$O_{1...}$				$R_{1Knср.}$	100
ФИО <sub>2</sub>	$O_{21}$		$O_{22}$				$R_{2K1ср.}$	100	$O_{2...}$		$O_{2...}$				$R_{2Knср.}$	100
								100								100
ФИО <sub>m</sub>	$O_{m1}$		$O_{m2}$				$R_{mK1ср.}$	100	$O_{m...}$		$O_{m...}$				$R_{mKnср.}$	100

Таблица 6

	$K_1$							$K_n$								
	$D_1$	% освоения $K_1(D1)$	$D_2$	% освоения $K_1(D2)$	$D_4$	% освоения $K_1(D4)$	$R_{взв. K1}$	% освоения $K_1$	$D...$	% освоения $K_n$	$D...$	% освоения $K_n$	$D...$	% освоения $K_n$	$R_{взв. Kn}$	% освоения $K_n$
ФИО <sub>1</sub>	$O_{11}$	$R_{1D1}$	$O_{12}$	$R_{1D2}$			$R_{1K1}$	100	$O_{1...}$		$O_{1...}$				$R_{1Kn}$	100
ФИО <sub>2</sub>	$O_{21}$	$R_{2D1}$	$O_{22}$	$R_{2D2}$			$R_{2K1}$	100	$O_{2...}$		$O_{2...}$				$R_{2Kn}$	100
								100								100
ФИО <sub>m</sub>	$O_{m1}$	$R_{mD1}$	$O_{m2}$	$R_{mD2}$			$R_{mK1}$	100	$O_{m...}$		$O_{m...}$				$R_{mKn}$	100

#### 4. Пример реализации модели оценки компетенций

В таблицах 7–11 приведен пример реализации модели оценки компетенций. Группа обучающихся состоит из пяти человек (ФИО<sub>1</sub>...ФИО<sub>5</sub>). Оцениваются две компетенции  $K_1$  и  $K_2$ . Компетенция  $K_1$  формируется тремя дисциплинами  $D_1, D_2, D_4$ . Компетенция  $K_2$  формируется тремя дисциплинами  $D_2, D_5, D_6$ .

В таблице 7 представлена оценка компетенций обучающихся (результатов освоения программы) в процессе освоения дисциплин учебного плана, обеспечивающих создание модели выпускника по ОПОП с учетом *равного* вклада дисциплин в формирование компетенций.

В таблице 8 приведена матрица весовых коэффициентов дисциплин при формировании компетенций (определены методом экспертной оценки).

В таблице 9 представлены оценка и мониторинг формирования компетенций обучающихся (результатов освоения программы) в процессе освоения дисциплин учебного плана, обеспечивающих создание

модели выпускника по ОПОП с учетом *равнозначного* вклада дисциплин в формирование компетенций.

В таблице 10 представлены оценка и мониторинг формирования компетенций обучающихся (результатов освоения программы) в процессе освоения дисциплин учебного плана, обеспечивающих создание модели выпускника по ОПОП с учетом *взвешенного* вклада дисциплин в формирование компетенций.

В таблице 11 сравниваются результаты оценки сформированности компетенций.

Сравнивая результаты оценки сформированности компетенций, проведенной разными способами (как среднее арифметическое и как взвешенное значение от полученных оценок по дисциплинам, формирующим эту компетенцию) (табл. 11), можно утверждать, что при следующих условиях: произвольном множестве оценок, полученных за дисциплины, формирующие компетенции обучающихся, и произвольном множестве весов дисциплин, формирующих компетенции, не удается сформировать зависимость между результатами сформированности компетенций, полученными разными способами (см. рис.).

Таблица 7

	$K_1$				$K_2$				$K_3$					$K_4$			$K_5$					
	$D_1$	$D_2$	$D_4$	$R_{ср.К1}$	$D_2$	$D_5$	$D_6$	$R_{ср.К2}$	$D_3$	$D_4$	$D_7$	$D_8$	$R_{ср.К3}$	$D_9$	$D_{10}$	$R_{ср.К4}$	$D_9$	$D_{10}$	$D_{11}$	$D_{12}$	$D_{13}$	$R_{ср.К5}$
ФИО <sub>1</sub>	5	4	4	<b>4,33</b>	4	4	4	<b>4,00</b>	4	4	5	4	<b>4,25</b>	5	3	4,00	5	3	4	5	5	<b>4,4</b>
ФИО <sub>2</sub>	4	4	5	<b>4,33</b>	4	5	5	<b>4,67</b>	4	5	4	5	<b>4,50</b>	5	4	4,50	5	4	4	4	5	<b>4,4</b>
ФИО <sub>3</sub>	3	4	3	<b>3,33</b>	4	3	4	<b>3,67</b>	5	3	4	3	<b>3,75</b>	4	4	4,00	4	4	5	3	3	<b>3,8</b>
ФИО <sub>4</sub>	3	3	3	<b>3,00</b>	3	5	4	<b>4,00</b>	4	3	4	4	<b>3,75</b>	3	3	3,00	3	3	4	4	3	<b>3,4</b>
ФИО <sub>5</sub>	4	5	5	<b>4,67</b>	5	4	5	<b>4,67</b>	4	5	3	4	<b>4,00</b>	4	3	3,50	4	3	3	3	4	<b>3,4</b>

Таблица 8

	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$
$D_{1/O1}$	0,2				
$D_{2/O2}$	0,5	0,5			
$D_{3/O3}$			0,3		
$D_{4/O4}$	0,3		0,2		
$D_{5/O5}$		0,4			
$D_{6/O6}$		0,1			
$D_{7/O7}$			0,1		
$D_{8/O8}$			0,4		
$D_{9/O9}$				0,5	0,2
$D_{10/O10}$				0,5	0,3
$D_{11/O11}$					0,3
$D_{12/O12}$					0,1
$D_{13/O13}$					0,1

Таблица 9

	K <sub>1</sub>								K <sub>2</sub>							
	D <sub>1</sub>	% освоения K <sub>1(D1)</sub>	D <sub>2</sub>	% освоения K <sub>1(D2)</sub>	D <sub>4</sub>	% освоения K <sub>1(D4)</sub>	R <sub>ср. K1</sub>	% освоения K <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	% освоения K <sub>2(D2)</sub>	D <sub>5</sub>	% освоения K <sub>2(D5)</sub>	D <sub>6</sub>	% освоения K <sub>2(D6)</sub>	R <sub>ср. K2</sub>	% освоения K <sub>2</sub>
ФИО <sub>1</sub>	5	33,33	4	33,33	4	33,33	4,33	100,00	4	33,33	4	33,33	4	33,33	4,00	100,00
ФИО <sub>2</sub>	4	33,33	4	33,33	5	33,33	4,33	100,00	4	33,33	5	33,33	0	ЛОЖЬ	3,00	66,67
ФИО <sub>3</sub>	3	33,33	4	33,33	0	ЛОЖЬ	2,33	66,67	4	33,33	0	ЛОЖЬ	4	33,33	2,67	66,67
ФИО <sub>4</sub>	3	33,33	4	33,33	0	ЛОЖЬ	2,33	66,67	3	33,33	5	33,33	4	33,33	4,00	100,00
ФИО <sub>5</sub>	4	33,33	5	33,33	5	33,33	4,67	100,00	5	33,33	4	33,33	5	33,33	4,67	100,00

Таблица 10

	K <sub>1</sub>								K <sub>2</sub>							
	D <sub>1</sub>	% освоения K <sub>1(D1)</sub>	D <sub>2</sub>	% освоения K <sub>1(D2)</sub>	D <sub>4</sub>	% освоения K <sub>1(D4)</sub>	R <sub>взв. K1</sub>	% освоения K <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	% освоения K <sub>2(D2)</sub>	D <sub>5</sub>	% освоения K <sub>2(D5)</sub>	D <sub>6</sub>	% освоения K <sub>2(D6)</sub>	R <sub>взв. K2</sub>	% освоения K <sub>2</sub>
ФИО <sub>1</sub>	5	20,00	4	50,00	4	30,00	4,20	100,00	4	50,00	4	40,00	4	10,00	4,00	100,00
ФИО <sub>2</sub>	4	20,00	3	50,00	5	30,00	3,80	100,00	4	50,00	5	40,00	0	ЛОЖЬ	4,00	90,00
ФИО <sub>3</sub>	3	20,00	4	50,00	0	ЛОЖЬ	2,60	70,00	4	50,00	0	ЛОЖЬ	4	10,00	2,40	60,00
ФИО <sub>4</sub>	3	20,00	0	ЛОЖЬ	3	30,00	1,50	50,00	3	50,00	5	40,00	4	10,00	3,90	100,00
ФИО <sub>5</sub>	4	20,00	5	50,00	5	30,00	4,80	100,00	5	50,00	4	40,00	5	10,00	4,60	100,00

Таблица 11

	K <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub>		K <sub>4</sub>		K <sub>5</sub>	
	R <sub>ср. K1</sub>	R <sub>взв. K1</sub>	R <sub>ср. K2</sub>	R <sub>взв. K2</sub>	R <sub>ср. K3</sub>	R <sub>взв. K3</sub>	R <sub>ср. K4</sub>	R <sub>взв. K4</sub>	R <sub>ср. K5</sub>	R <sub>взв. K5</sub>
ФИО <sub>1</sub>	4,33	4,2	4,00	4,0	4,25	4,1	4,00	4,0	4,00	4,1
ФИО <sub>2</sub>	4,33	4,3	4,67	4,5	4,50	4,6	4,50	4,5	4,00	4,3
ФИО <sub>3</sub>	3,33	3,5	3,67	3,6	3,75	3,7	4,00	4,0	3,80	4,1
ФИО <sub>4</sub>	3,00	3,0	4,00	3,9	3,75	3,8	3,00	3,0	3,40	3,4
ФИО <sub>5</sub>	4,67	4,8	4,67	4,6	4,00	4,1	3,50	3,5	3,40	3,3

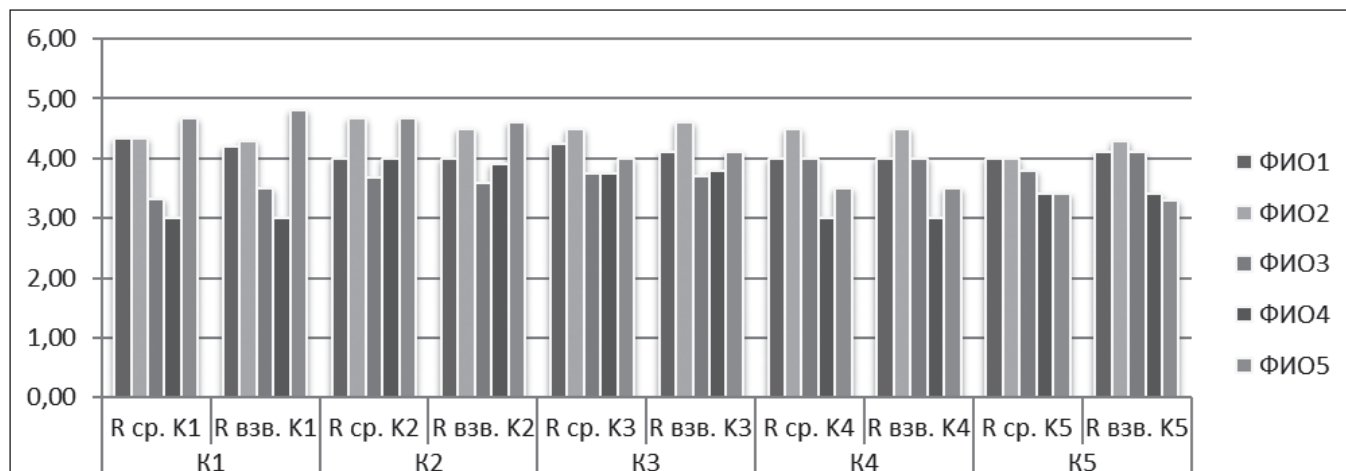


Рис. Сравнение результатов оценки сформированности компетенций



При использовании взвешенного подхода к оцениванию компетенции надо отметить, что при достаточно большом количестве дисциплин, формирующих одну компетенцию, можно говорить об их следующем влиянии на оценку обучающегося. Например, при  $J = 10$  (компетенцию формируют десять дисциплин) вес дисциплин и вес полученных оценок по этим дисциплинам формируют множество  $J = \{0,1; 0,2; 0,15; 0,1; 0,15; 0,5; 0,5; 0,1; 0,03; 0,07\}$ . Если убрать дисциплину с  $j = 0,03$  (с наименьшим влиянием/вкладом на формирование компетенции), то изменение взвешенной оценки обучающегося за данную компетенцию составит  $-0,1$  балла (незначительно). Если убрать дисциплину с  $j = 0,2$  (с наибольшим влиянием/вкладом на формирование компетенции), то изменение взвешенной оценки обучающегося за данную компетенцию составит  $-0,8$  балла (значительно). Таким образом, можно утверждать, что нецелесообразно использовать большое количество дисциплин при формировании одной компетенции, так как это приводит к увеличению дисциплин с невысокими значениями  $j$ , что, в свою очередь, не вносит существенного вклада в оценку сформированности компетенции.

## 5. Выводы

Переход на новые образовательные стандарты требует новых подходов к оценке результатов обучения выпускников вуза. Оценка сформированности компетенций может стать следующим этапом развития электронного портфолио обучающихся, что, в свою очередь, может быть применено для формирования электронного диплома. В электронном портфолио обеспечивается динамическое отражение изучения дисциплин учебного плана и проведения промежуточной аттестации, происходит поступательное отображение формирования соответствующих компетенций.

Предложена модель оценки сформированности компетенций обучающихся в зависимости от вклада учебных дисциплин, формирующих каждую компетенцию. Оценка результата может быть произведена двумя способами: как среднее арифметическое и как взвешенное значение от полученных оценок по дисциплинам, формирующим эту компетенцию.

Сравнивая результаты оценки сформированности компетенций, проведенные разными способами, можно сделать вывод, что зависимость между результатами сформированности компетенций, полученными разными способами, отсутствует. Выбор способа оценки может быть осуществлен решением образовательной организации.

Кроме того, исследуя влияние количества дисциплин на формирование компетенции, можно утверждать, что нецелесообразно использовать большое количество дисциплин при формировании одной компетенции, так как это приводит к увеличению дисциплин с невысоким влиянием/вкладом на формирование компетенции, что, в свою очередь, не вносит существенного вклада в оценку сформированности компетенции.

## Список использованных источников

1. *Гарафутдинова Г. Р., Солошенко Л. П.* Технология квалиметрического оценивания уровня сформированности компетенций студентов вуза // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2. С. 248. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=8612>
2. *Черных А. Е., Миллева Л. Г.* Методические аспекты оценки уровня сформированности компетенций студентов // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2016. Т. 15. С. 2521–2525. <http://e-koncept.ru/2016/96425.htm>
3. *Гитман М. Б., Данилов А. Н., Столбов В. Ю.* Оценка уровня сформированности компетенций выпускника вуза // *Открытое образование*. 2014. № 1. С. 24–31.
4. *Сибикина И. В.* Процедура оценки компетентности студентов вуза, обучающихся по направлению «Информационная безопасность» // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика*. 2011. № 1. С. 200–205.
5. *Данилов А. Н., Овчинников А. А., Гитман М. Б., Столбов В. Ю.* Об одном подходе к оцениванию уровня сформированности компетенций выпускника вуза // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 6. С. 7. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15324>
6. *Иванова Л. А.* Оценка уровня сформированности общих и профессиональных компетенций с помощью современных педагогических приемов // *Молодой ученый*. 2016. № 2. С. 799–804. <https://moluch.ru/archive/106/25344/>
7. *Бордовская С. Ю.* Оценка уровня сформированности ключевых компетенций будущих рабочих с помощью кейс-метода // *Вестник Томского государственного педагогического университета*. 2011. № 13. С. 226–230. [https://vestnik.tspu.edu.ru/archive.html?year=2011&issue=13&article\\_id=3228](https://vestnik.tspu.edu.ru/archive.html?year=2011&issue=13&article_id=3228)
8. *Мирошин Д. Г.* Оценка уровня сформированности профессиональных компетенций студентов по техническим дисциплинам // *Современная педагогика*. 2015. № 2. С. 3–10. <http://pedagogika.snauka.ru/2015/02/3313>
9. *Чубарова О. И., Мокина Л. В., Фатхинуров А. Р.* Оценка уровня сформированности компетенций студентов с применением метода взвешенных оценок // *Наука и образование: новое время*. 2015. № 5. С. 98–104.
10. *Резник С. Д., Джевицкая Е. С.* О повышении роли и механизмах подготовки научно-педагогических кадров в высшем учебном заведении // *Гуманитарные научные исследования*. 2014. № 12-1. С. 125–135. <http://human.snauka.ru/2014/12/8702>
11. *Джевицкая Е. С.* Практика оценки сформированности компетенций студентов в российских высших учебных заведениях // *Современные научные исследования и инновации*. 2015. № 2-4. С. 55–61. <http://web.snauka.ru/issues/2015/02/47077>
12. *Гудкова С. А., Гомян Д. В.* Квалиметрический подход к диагностике уровня сформированности компетенций магистрантов, обучающихся по направлению педагогика // *Карельский научный журнал*. 2017. Т. 6. № 2. С. 16–18.
13. *Лукичева С. В., Коваленко О. Н.* Квалиметрический подход к оценке сформированности компетенций студентов вуза в курсе высшей математики // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2014. № 1. С. 24–28. <https://www.muiv.ru/vestnik/pp/chitateliam/poisk-po-statyam/7796/29020/>
14. *Шихова О. Ф., Шихов Ю. А.* Квалиметрический подход к диагностике компетенций выпускников высшей школы // *Образование и наука*. 2013. № 4. С. 40–57. DOI: 10.17853/1994-5639-2013-4-40-57
15. *Сафонцев С. А.* Образовательная квалиметрия как фактор повышения эффективности контроля качества процесса обучения: дис. ... д-ра пед. наук. Ростов-на-Дону, 2004. 395 с.
16. *Dugarova D. T., Starostina S. E., Kimova S. Z., Kazachek N. A.* The system of monitoring education quality and quality assurance at the higher educational establishment in accordance with the criteria and standards of the Russian

association for engineering education // *Indian Journal of Science and Technology*. 2016. Vol. 9. Is. 27. P. 1–13. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i27/97694

17. Nikitina N. I., Romanova E. Y., Komarova E. V., Tolstikova S. N., Grebennikova V. M. Qualimetric methods in the evaluation of the quality of professional training of specialists in social work // *Review of European Studies*. 2015. Vol. 7. No. 3. DOI:10.5539/res.v7n3p66

18. Tkhaqapsoyev K. G., Kochesokov R. Kh., Yakhutlov M. M. To problems of qualimetric estimation of quality in education and science // *Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies*. 2018 IEEE Int. Conf. IEEE, 2018. DOI: 10.1109/ITMQIS.2018.8525045

19. Калугина Т. Г., Корнеицук Н. Г., Рубин Г. Ш. Квалиметрическая модель комплексной оценки качества деятельности образовательных систем // *Международный журнал экспериментального образования*. 2009. № 5. С. 7–9. <http://expeducation.ru/ru/article/view?id=124>

20. Макет ФГОС ВО по уровням образования бакалавриат, магистратура, специалитет. [http://fgosvo.ru/files/files/Letter\\_23032017\\_bak.pdf](http://fgosvo.ru/files/files/Letter_23032017_bak.pdf)

21. Бенькович Т. М., Чепуренко Г. П. Квалиметрия образования как научно-практическое направление в педагогике // *Вестник Ленинградского государственного университета имени А. С. Пушкина*. 2012. Т. 3. № 4. С. 59–69.

22. Субетто А. И. Квалиметрия человека и образования: генезис, становление, развитие, проблемы и перспективы. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. 97 с.

23. Гребенюк Т. Б., Панюшкина М. А. Моделирование квалиметрической компетентности на основе концепции индивидуальности // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Филология, педагогика, психология*. 2016. № 2. С. 81–91. [https://journals.kantiana.ru/upload/iblock/c37/Гребенюк%20Т.%20Б.,%20Панюшкина%20М.%20А.\\_81-91.pdf](https://journals.kantiana.ru/upload/iblock/c37/Гребенюк%20Т.%20Б.,%20Панюшкина%20М.%20А._81-91.pdf)

## QUALIMETRIC MODEL OF MATURITY OF COMPETENCIES FOR GRADUATES OF BASIC EDUCATIONAL PROGRAMS

S. N. Taranukha<sup>1</sup>, A. A. Kuzmin<sup>1</sup>, M. N. Saveleva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping*  
198035, Russia, Saint-Petersburg, ul. Dvinskaya, 5/7

### Abstract

The rapid growth of education digitalization has significantly increased the role of the electronic information educational environment of educational organizations. It has become the basic tool for organizing, maintaining and administering the educational process. The electronic information educational environment of an educational organization should ensure the recording of the progress of the educational process and the results of mastering the main professional educational program, i. e. competencies, based on the results of intermediate certification carried out in the distance learning system integrated into the electronic information educational environment. The article considers the application of qualimetric approaches in the assessment of the quality of graduate competencies in the implementation of higher education programs in accordance with the Federal State Educational Standards of Higher Education 3+-. The mathematical model of evaluation of the results of mastering the graduate program (competence forming) depending on the contribution of academic disciplines to the formation of each competence is proposed. Two methods of result evaluation are considered: as an arithmetic average and as a weighted value from the obtained evaluations in the disciplines forming this competency, as well as the possibility of monitoring the formation of competency in the process of mastering academic disciplines and entering the results of intermediate attestation into the electronic portfolio of the student. Assessment of the formation of competencies can be the next stage in the development of the student's electronic portfolio, which is part of the electronic information educational environment.

**Keywords:** maturity of student competencies, electronic portfolio, electronic diploma, learning quality assessment, qualimetry, graduate model.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-24-32

### For citation:

Taranukha S. N., Kuzmin A. A., Saveleva M. N. Kvalimetricheskaya model' sformirovannosti kompetentsij vypusknika osnovnykh obrazovatel'nykh programm [Qualimetric model of maturity of competencies for graduates of basic educational programs]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 5, p. 24–32. (In Russian.)

Received: March 27, 2020.

Accepted: May 19, 2020.

### About the authors

Svetlana N. Taranukha, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Mathematical Modeling and Applied Informatics, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russia; TaranuhaSN@gumrf.ru; ORCID: 0000-0003-1231-3664

Alexander A. Kuzmin, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Head of the Department of Materials Technology and Materials Science, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russia; kaf\_tmm@gumrf.ru; ORCID: 0000-0002-8356-0913

Marina N. Saveleva, Candidate of Sciences (Philosophy), Associate Professor at the Department of Water Transport Economics, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russia; e-mail: SavelevaMN@gumrf.ru; ORCID: 0000-0003-2827-6183

### References

1. Garafutdinova G. R., Soloshenko L. P. Tekhnologiya kvalimetricheskogo otsenivaniya urovnya sformirovannosti kompetentsij studentov vuza [The qualimetric estimation technology of the level of students' competence creating]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya — Modern Problems of Science and Education*, 2013, no. 2, p. 248.

(In Russian.) Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=8612>

2. Chernykh A. E., Milyaeva L. G. Metodicheskie aspekty otsenki urovnya sformirovannosti kompetentsij studentov [Methodological aspects of assessing the level of formation of students' competences]. *Nauchno-metodicheskij ehlektronnyj zhurnal "Kontsept" — Scientific and Methodological Electronic Journal "Concept"*, 2016, vol. 15, p. 2521–2525.

(In Russian.) Available at: <http://e-koncept.ru/2016/96425.htm>

3. Gitman M. B., Danilov A. N., Stolbov V. Yu. Otsenka urovnya sformirovannosti kompetentsij vypusknika vuza [Evaluation of university graduate competences]. *Otkrytoe obrazovanie — Open Education*, 2014, no. 1, p. 24–31. (In Russian.)

4. Sibikina I. V. Protsedura otsenki kompetentnosti studentov vuza, obuchayushhikhsya po napravleniyu “Informatsionnaya bezopasnost” [Estimation procedure of students’ competency studying at the faculty of “Information security”]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel’naya tekhnika i informatika — Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics*, 2011, no. 1, p. 200–205. (In Russian.)

5. Danilov A. N., Ovchinnikov A. A., Gitman M. B., Stolbov V. Yu. Ob odnom podkhode k otsenivaniyu urovnya sformirovannosti kompetentsij vypusknika vuza [About one approach to evaluation of creating competency level of the high school graduate]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya — Modern Problems of Science and Education*, 2014, no. 6, p. 7. (In Russian.) Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15324>

6. Ivanova L. A. Otsenka urovnya sformirovannosti obshhikh i professional’nykh kompetentsij s pomoshh’yu sovremennykh pedagogicheskikh priemov [Assessment of the level of formation of general and professional competencies using modern pedagogical techniques]. *Molodoy uchenyy — Young Scientist*, 2016, no. 2, p. 799–804. (In Russian.) Available at: <https://moluch.ru/archive/106/25344/>

7. Bordovskaya S. Yu. Otsenka urovnya sformirovannosti klyuchevykh kompetentsij budushhikh rabochikh s pomoshh’yu kejs-metoda [Prospect employees key competence assessment]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta — Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2011, no. 13, p. 226–230. (In Russian.) Available at: [https://vestnik.tspu.edu.ru/archive.html?year=2011&issue=13&article\\_id=3228](https://vestnik.tspu.edu.ru/archive.html?year=2011&issue=13&article_id=3228)

8. Miroshin D. G. Otsenka urovnya sformirovannosti professional’nykh kompetentsij studentov po tekhnicheskim distsiplinam [The evaluation of level of formation of professional competence of students for technical disciplines]. *Sovremennaya pedagogika — Modern pedagogy*, 2015, no. 2, p. 3–10. (In Russian.) Available at: <http://pedagogika.snauka.ru/2015/02/3313>

9. Chubarova O. I., Mokina L. V., Fathinurov A. R. Otsenka urovnya sformirovannosti kompetentsij studentov s primeneniem metoda vzveshennykh otsenok [Assessment of level of formation of competences of students using the method of weighted ratings]. *Nauka i obrazovanie: novoe vremya — Science and Education: New Time*, 2015, no. 5, p. 98–104. (In Russian.)

10. Reznik S. D., Dzhevitskaya E. S. O povyshenii roli i mekhanizmah podgotovki nauchno-pedagogicheskikh kadrov v vysshem uchebnom zavedenii [About increase of a role and mechanisms of preparation of the research and educational personnel in a higher educational institution]. *Gumanitarnyye nauchnye issledovaniya — Humanities scientific researches*, 2014, no. 12-1, p. 125–135. (In Russian.) Available at: <http://human.snauka.ru/2014/12/8702>

11. Dzhevitskaya E. S. Praktika otsenki sformirovannosti kompetentsij studentov v rossijskikh vysshikh uchebnykh zavedeniyakh [Practice of an assessment of formation of competences of students of the Russian higher educational institutions]. *Sovremennyye nauchnye issledovaniya i innovatsii — Modern Scientific Researches and Innovations*, 2015, no. 2-4, p. 55–61. (In Russian.) Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2015/02/47077>

12. Gudkova S. A., Gomcyan D. V. Kvalimetricheskij podkhod k diagnostike urovnya sformirovannosti kompetentsij magistrantov, obuchayushhikhsya po napravleniyu pedagogika [A qualitative approach to diagnosing the level of competence of undergraduates studying in the field

of pedagogy]. *Karel’skij nauchnyy zhurnal — Karelian Scientific Journal*, 2017, vol. 6, no. 2, p. 16–18. (In Russian.)

13. Lukicheva S. V., Kovalenko O. N. Kvalimetricheskij podkhod k otsenke sformirovannosti kompetentsij studentov vuza v kurse vysshej matematiki [Kvalimetric approach to the assessment of formed competences subject students in the “mathematics”]. *Obrazovatel’nye resursy i tekhnologii — Educational Resources and Technologies*, 2014, no. 1, p. 24–28. (In Russian.) Available at: <https://www.muiv.ru/vestnik/pp/chitatelnyam/poisk-po-statyam/7796/29020/>

14. Shikhova O. F., Shikhov Yu. A. Kvalimetricheskij podkhod k diagnostike kompetentsij vypusknikov vysshej shkoly [Qualimetric approach to diagnosing the competences of university graduates]. *Obrazovanie i nauka — The Education and Science Journal*, 2013, no. 4, p. 40–57. (In Russian.) DOI: 10.17853/1994-5639-2013-4-40-57

15. Safontsev S. A. Obrazovatel’naya kvalimetriya kak faktor povysheniya ehffektivnosti kontrolya kachestva protsessa obucheniya: dis. ... d-ra ped. nauk [Educational qualimetry as a factor in improving the quality control of the learning process. Doctor ped. sci. diss.]. Rostov-on-Don, 2004. 395 p. (In Russian.)

16. Dugarova D. T., Starostina S. E., Kimova S. Z., Kazachek N. A. The system of monitoring education quality and quality assurance at the higher educational establishment in accordance with the criteria and standards of the Russian association for engineering education. *Indian Journal of Science and Technology*, 2016, vol. 9, is. 27, p. 1–13. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i27/97694

17. Nikitina N. I., Romanova E. Y., Komarova E. V., Tolstikova S. N., Grebennikova V. M. Qualimetric methods in the evaluation of the quality of professional training of specialists in social work. *Review of European Studies*, 2015, vol. 7, no. 3. DOI:10.5539/res.v7n3p66

18. Tkhangapsoyev K. G., Kochesokov R. Kh., Yakhutlov M. M. To problems of qualimetric estimation of quality in education and science. *Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies. 2018 IEEE Int. Conf. IEEE*, 2018. DOI: 10.1109/ITMQIS.2018.8525045

19. Kalugina T. G., Korneshchuk N. G., Rubin G. Sh. Kvalimetricheskaya model’ kompleksnoj otsenki kachestva deyatel’nosti obrazovatel’nykh sistem [Qualimetric model of a comprehensive assessment of the quality of educational systems]. *Mezhdunarodnyy zhurnal ehksperimental’nogo obrazovaniya — International Journal of Experimental Education*, 2009, no. 5, p. 7–9. (In Russian.) Available at: <http://expeducation.ru/ru/article/view?id=124>

20. Maket FGOS VO po urovnyam obrazovaniya bakalavriat, magistratura, spetsialitet [Layout of the Federal State Educational Standard of Higher Education by educational level bachelor, master, specialty]. (In Russian.) Available at: [http://fgosvo.ru/files/files/Letter\\_23032017\\_bak.pdf](http://fgosvo.ru/files/files/Letter_23032017_bak.pdf).

21. Benkovich T. M., Chepurenskiy G. P. Kvalimetriya obrazovaniya kak nauchno-prakticheskoe napravlenie v pedagogike [Qualimetry education as scientific and practical direction in pedagogy]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta imeni A. S. Pushkina — Vestnik of Pushkin Leningrad State University*, 2012, vol. 3, no. 4, p. 59–69. (In Russian.)

22. Subetto A. I. Kvalimetriya cheloveka i obrazovaniya: genesis, stanovlenie, razvitie, problemy i perspektivy [Qualimetry of man and education: genesis, formation, development, problems and prospects]. Moscow, Issledovatel’skij tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov, 2006. 97 p. (In Russian.)

23. Grebenyuk T. B., Panyushkina M. A. Modelirovanie kvalimetricheskoj kompetentnosti na osnove kontseptsii individual’nosti [The concept of individuality and models of qualimetric competence]. *Vestnik Baltijskogo federal’nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Filologiya, pedagogika, psikhologiya — IKBFU’s Vestnik. Ser. Philology, Pedagogy, and Psychology*, 2016, no. 2, p. 81–91. (In Russian.) Available at: [https://journals.kantiana.ru/upload/iblock/c37/Гребенюк%20Т.%20Б.,%20Панюшкина%20М.%20А.\\_81-91.pdf](https://journals.kantiana.ru/upload/iblock/c37/Гребенюк%20Т.%20Б.,%20Панюшкина%20М.%20А._81-91.pdf)



# ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА НА ОСНОВЕ ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ

Е. А. Кузьмина<sup>1</sup>, Г. Ф. Низамова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Уфимский государственный авиационный технический университет  
450000, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Карла Маркса, д. 12

## Аннотация

В статье рассматривается подход к планированию взаимосвязанных работ в рамках заданного количества временных промежутков на примере формирования учебного плана высшего учебного заведения, основанного на компетентностной модели обучаемых. Предлагается рассматривать задачу формирования учебного плана как оптимизационную задачу раскроя-упаковки, решаемую с помощью упорядоченного графа. Разработана логическая модель учебного плана в виде  $N$ -слойного упорядоченного графа, в которой вершины соответствуют дисциплинам учебного плана, а ребра графа задают отношения предшествования дисциплин. В качестве критерия оптимальности учебного плана рассматриваются критерий равномерности учебной нагрузки и критерий минимальных штрафов, отражающий степень соблюдения заданных причинно-следственных связей между дисциплинами плана. Разработана UML-диаграмма компонентов программного комплекса формирования учебных планов, описаны функции разработанного программного комплекса. Выполнена программная реализация разработанных моделей и алгоритмов. Проведен эксперимент, получены и проанализированы различные варианты учебных планов. Оценка оптимальности разработанных учебных планов выполнена на основе предложенных критериев, приведены характеристики построенных вариантов учебного плана, даны рекомендации по выбору конечного варианта учебного плана с учетом установленных приоритетов.

**Ключевые слова:** планирование работ, графовая модель, матрица, компетенции, учебный план.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2020-35-5-33-43

## Для цитирования:

Кузьмина Е. А., Низамова Г. Ф. Формирование учебного плана на основе графовой модели // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 33–43.

**Статья поступила в редакцию:** 11 ноября 2019 года.

**Статья принята к печати:** 21 апреля 2020 года.

## Сведения об авторах

Кузьмина Елена Алексеевна, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры информатики, Уфимский государственный авиационный технический университет, Республика Башкортостан, Россия; kuzminaeva@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3154-4791

Низамова Гузель Фанисовна, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры информатики, Уфимский государственный авиационный технический университет, Республика Башкортостан, Россия; nizamova\_guzel@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4633-6338

## 1. Введение

Эффективное функционирование образовательных систем во многом определяется используемыми методами и средствами планирования и управления их организационными ресурсами. Важным элементом любой образовательной системы является учебный план, лежащий в основе организации процесса обучения [1]. Задачами учебного плана являются, с одной стороны, обеспечение качественной подготовки специалистов, а с другой — соблюдение заданных ограничений, связанных с организацией процесса обучения в соответствии с конкретным учебным планом [2]. Именно учебный план логически связывает отдельные дисциплины образовательной программы и направляет деятельность обучаемых на достижение конечной цели учебного процесса: освоение компетенций в конкретной области профессиональной деятельности. В то же время хорошая фундаментальная подготовка, а также базовые теоретические профессиональные знания обеспечивают выпускнику успех как в выбранной им области деятельности, так и в социальной сфере, повышая его защищенность благодаря возможности изменения направленности своей работы. Актуаль-

ность рассматриваемого вопроса касается формирования как основных [3], так и дополнительных образовательных программ в разрезе подготовки учебных планов [4].

## 2. Логическая модель учебного плана

Логическая модель будет использоваться для определения оптимального содержания учебного плана. При составлении логической модели учебного плана следует иметь в виду, что учебный план семантически связывает отдельные дисциплины образовательной программы [5] и обеспечивает организацию познавательной деятельности студента, в максимальной степени направленной на достижение конечной цели учебного процесса: приобретение компетенций [6], предусмотренных образовательными и профессиональными стандартами в целевой предметной области. К логической модели учебного плана, представленного в виде ориентированного графа [7, 8], могут быть применены известные из теории графов алгоритмы [9, 10], позволяющие обоснованно распределить дисциплины, изучаемые в рамках подготовки квалифицированных специалистов, по семестрам в течение всего срока обучения.

Элементарным объектом учебного плана является дисциплина, которая имеет индивидуальные количественные и качественные характеристики: наименование; объем; перечень аттестаций и т. п. [11]. Более того, каждая дисциплина вносит свой вклад в освоение одной или нескольких компетенций [12], указанных в стандартах подготовки бакалавров и специалистов. Кроме того, объекты плана связаны между собой отношениями предшествования. Таким образом, задачу формирования учебных планов можно рассматривать как оптимизационную задачу [13, 14], в которой требуется определение временного параметра для каждого объекта учебного плана семестра, определяющего его место в учебном процессе с учетом его связей предшествования с другими объектами плана, выдерживая траекторию освоения компетенций.

Рассмотрим для простоты учебный план, состоящий из шести дисциплин:

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_j\} (j = 1, 2, \dots, 6).$$

Для некоторых из этих дисциплин определены отношения предшествования. Графически учебный план может быть представлен следующим образом (рис. 1):

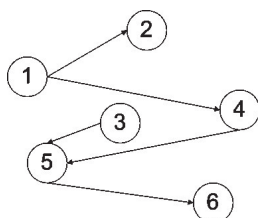


Рис. 1. Дисциплины и отношения предшествования между ними

Для некоторых пар множества заданы отношения преемственности (или *связи с мерой*), численно выражающиеся кортежем (упорядоченной парой чисел):

$$(x, y), \text{ где } x, y \in [0, 1] \quad (1)$$

Пусть  $a$  и  $b$  — дисциплины плана. Тогда их преемственность (связь) может быть отражена графически (дисциплина  $a$  предшествует дисциплине  $b$ ) и охарактеризована мерой (величиной) связи, например  $(1, 0)$ , как это показано на рисунке 2:

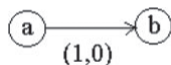


Рис. 2. Отношение предшествования между дисциплинами  $a$  и  $b$

Первый параметр говорит о наличии/отсутствии последовательной связи, а второй — о наличии/отсутствии параллельной:

- сочетание  $(1, 0)$  на рисунке 2 соответствует утверждению: дисциплина  $a$  обязательно должна предшествовать дисциплине  $b$ , т. е. они должны располагаться в разных семестрах;
- кортеж  $(1, 1)$  означает тот факт, что дисциплина  $a$  должна быть прочитана либо до дисципли-

ны  $b$ , либо не позже  $b$  (возможно параллельное изучение дисциплин  $a$  и  $b$ );

- кортеж  $(0, 0)$  говорит об инвариантности в чтении дисциплин;
- кортеж  $(0, 1)$  жестко не устанавливает порядок изучения дисциплин, но рекомендует все-таки (по возможности) эти две дисциплины изучать одновременно.

Использование связи с мерой позволяет получить различные варианты размещения дисциплин, причем в некоторых случаях появляется возможность размещения комплекта дисциплин в меньшем количестве семестров. Временное предшествование (первый параметр) можно определить посредством матрицы компетенций, разрабатываемых в рамках подготовки основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) дисциплин, а для указания возможности параллельного изучения дисциплин в рамках одного временного интервала (второго параметра) можно использовать матрицу принадлежности одному из циклов дисциплин: базовый (Б1, Б2, Б3) либо факт того, что с дисциплины начинается некоторая цепочка.

Взяв за основу матрицу компетенций, подготовленную в рамках ОПОП, временное предшествование (следование) дисциплин может быть задано посредством матрицы следования дисциплин:

$$R = \{r_{p,q}\}, (p, q = 1, \dots, M),$$

где  $r_{p,q}$  — кортеж вида (1).

На рисунке 3 приведен пример матрицы следования для графа, представленного на рисунке 1.

	1	2	3	4	5	6
1		1,0		1,0		
2			0,1			
3			1,1		1,0	
4			0,1		1,0	
5						1,0
6						

Рис. 3. Матрица следования для ориентированного графа, приведенного на рисунке 1

Пустая строка матрицы соответствует конечной дисциплине в цепочке.

### 3. Временная модель учебного плана

Формальное решение задачи построения временной модели учебного плана может базироваться на представлении учебного плана в виде ориентированного графа со связями вида (1) и модификации его в виде  $N$ -слоеного упорядоченного графа [15]. Вершины графа соответствуют дисциплинам учебного плана, а дуги — причинно-следственным связям двух типов между ними, имеющим вид (1). Перестройка исходного ориентированного графа в виде  $N$ -слоеного упорядоченного графа позволяет разбить все дисциплины учебного плана на  $N$  слоев или классов

(в соответствии с количеством семестров), в каждом из которых размещаются дисциплины, имеющие своих «предков» только в предыдущих семестрах, в то время как сами они являются «предками» для дисциплин, расположенных в последующих семестрах.

Компетенции, сформулированные в ФГОС ВО, являются базовыми составляющими процесса освоения ОПОП и находят свое отражение в целях и результатах обучения в целом по ОПОП и в каждой конкретной дисциплине. Процедурно на основании проектов учебных планов разрабатывается **матрица формирования компетенций по дисциплинам учебного плана**.

Эта матрица является ключевым компонентом и ложится в основу всей работы с компетенциями ФГОС ВО. На ее основе выстраиваются карты компетенций дисциплин и фонды оценочных средств, а также производится оценка сформированности компетенций и, как следствие, качества и уровня освоения ОПОП. Предположим, что для нашего случая матрица компетенций представлена в следующем виде (табл. 1):

Таблица 1

**Матрица компетенций**

Дисциплина	Компетенция	Уровень	Этап
1	К1	Пороговый	1
4		Пороговый	2
5		Базовый	1
1	К2	Пороговый	1
2		Базовый	1
3	К3	Пороговый	1
5		Базовый	1
6		Базовый	2

Анализ этой матрицы позволяет определить для каждой компетенции следующие цепочки дисциплин (табл. 2).

Таблица 2

**Цепочки следования дисциплин для освоения компетенций**

Компетенция К1	1→	4→	5
Компетенция К2	1→	2→	
Компетенция К3	3→	5→	6

Как указывалось ранее, использование предлагаемой логической модели учебного плана не дает однозначного решения и приводит к некоторому множеству вариантов учебных планов. Отсутствие явно указанных связей между некоторыми дисциплинами (например, 2–3) приводит к тому, что мы имеем три варианта расположения дисциплин по семестрам (рис. 4). Аналогичная неопределенность следования дисциплин 2–4 приведет еще к трем вариантам.

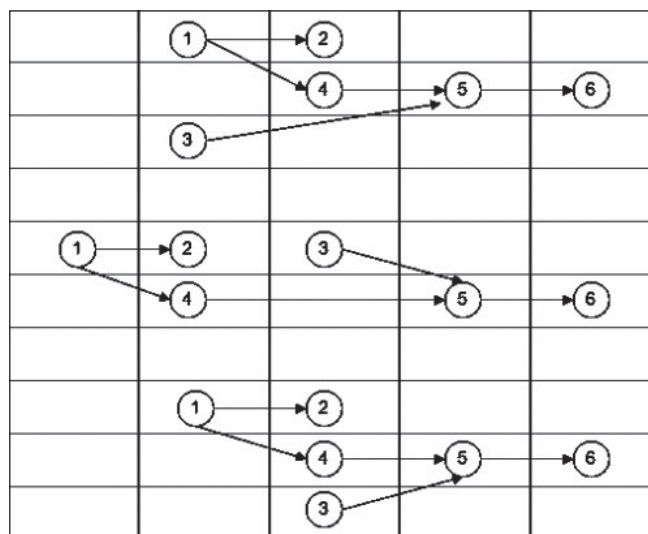


Рис. 4. Возможные варианты размещения дисциплин по семестрам

Можно сказать, что на этом завершается этап составления проекта учебного плана. Таким образом, отталкиваясь от матрицы компетенций, можно сформировать учебный план, в котором отсутствуют логически неверные с дидактической точки зрения траектории освоения компетенций.

В качестве критериев оптимальности учебного плана могут выступать различные требования: доля занятий лекционного типа, недельный объем аудиторных учебных занятий, «расстояние» между связанными дисциплинами, равномерность «сессионной нагрузки» по семестрам [16], интегральный критерий на основе коэффициентов относительной важности частных критериев оптимальности учебного плана [17], равномерность аудиторной нагрузки кафедры [18].

В данной статье для сравнительной оценки полученных вариантов рассматривается применение **критерия равномерности** — относительно равное количество дисциплин в семестре или относительно равная суммарная аудиторная нагрузка студента в неделю, относительно равное суммарное количество экзаменов и зачетов в семестрах. Можно рассматривать еще один критерий, называемый **критерием минимальных штрафов**. В этой связи вводится понятие штрафа за каждую ситуацию, в которой дисциплина-«потомок» переносится на один семестр дальше от семестра, в котором располагается дисциплина-«предок». Естественным будет оценить сформированный план как более качественный, если он имеет меньшее количество штрафных очков по сравнению с другими вариантами плана.

**4. Модель программной реализации процесса формирования учебного плана**

В настоящее время существуют различные решения задачи формирования учебных планов: в виде подсистемы, интегрированной в АСУ вуза [19], в виде веб-приложения, позволяющего автоматически сгенерировать семестровые учебные планы по файлу



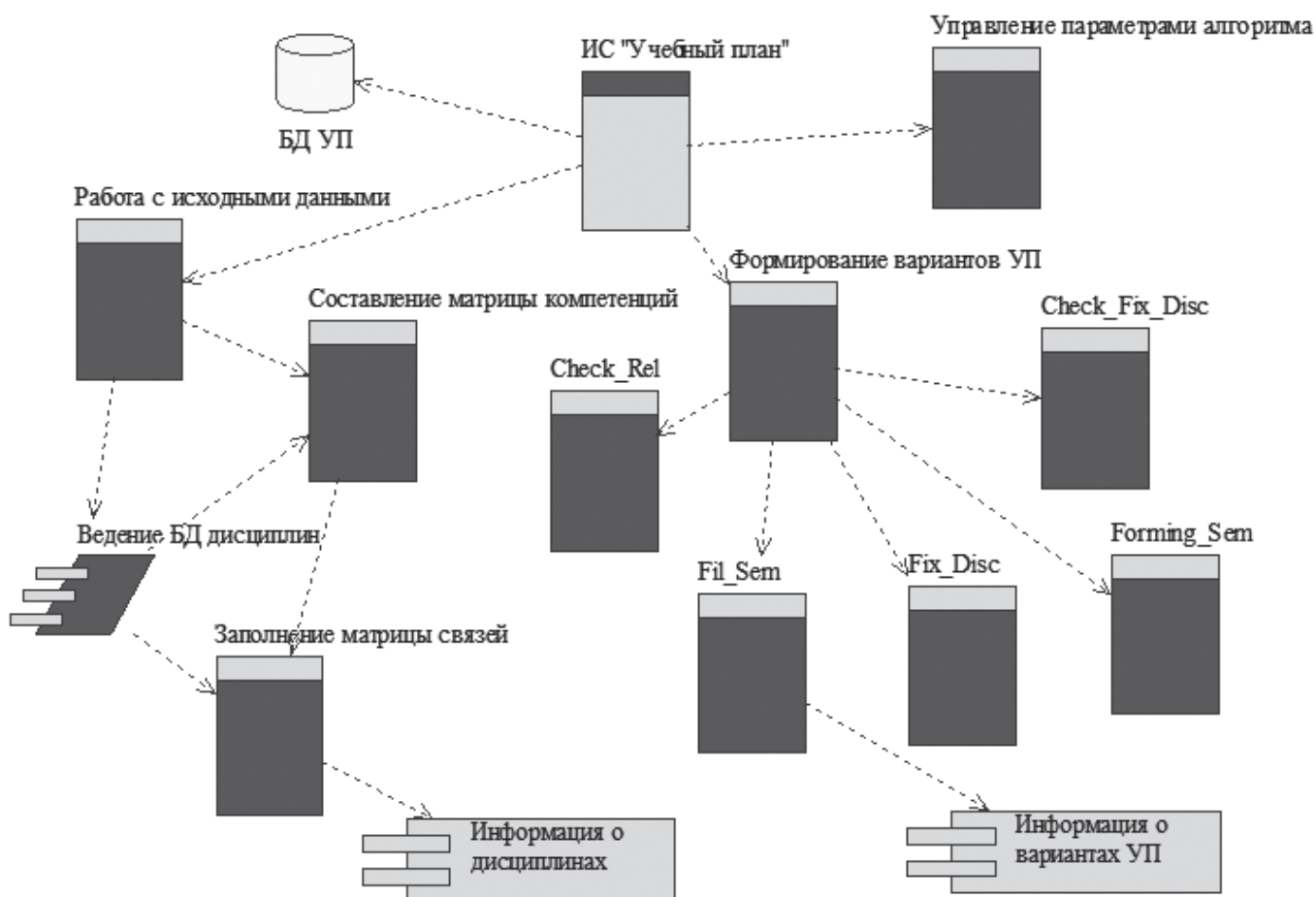


Рис. 5. Диаграмма компонентов программного комплекса

учебного плана [20], в виде самостоятельного программного продукта, например, в [21] рассмотрены этапы его разработки.

На основе предложенных в данной статье моделей и алгоритмов был разработан программный комплекс «Информационная система «Учебный план»». Для модельного представления программного комплекса «Информационная система «Учебный план»» использована диаграмма компонентов на языке UML (рис. 5).

Поясним некоторые функции данной модели:

1. Проверка матрицы отношений на наличие циклов и цепочек дисциплин, длина которых превышает количество семестров (функция Check\_Rel).
2. Проверка корректности «ручного» назначения многосеместровой дисциплины за семестром и закрепление цепочек дисциплин, длина которых совпадает с количеством семестров, отводимых на их изучение (функция Check\_Fix\_Disc).
3. Формирование списка дисциплин — кандидатов на каждый семестр (функция Forming\_Sem).
4. Построение дерева вариантов (по семестрам) учебного плана (функция Fil\_Sem).
5. Многие из перечисленных функций обращаются к функции Fix\_Disc, которая предназначена для корректного автоматического закрепления многосеместровых дисциплин.

В результате экспертной оценки полученных вариантов с помощью предложенных выше критериев выбирается наиболее подходящее решение.

## 5. Программная реализация построения учебного плана

Пример программной реализации был выполнен для формирования учебного плана по направлению подготовки бакалавриата 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Для составления логической модели учебного плана необходимы элементы плана (дисциплины) и матрица компетенций (см. табл. 1). Предположим, что к моменту создания логической модели учебного плана составителями учебного плана определен полный список дисциплин плана по всем категориям (базовые, факультативные, практики и т. п.). Из ФГОС и примерного учебного плана в этот список попадают все дисциплины, для которых указано число часов, остальные дисциплины и их характеристики определяются экспертом. На этом же этапе многосеместровые дисциплины разбиваются на односеместровые учебные элементы. В рассматриваемом примере многосеместровыми дисциплинами являются: философия, иностранный язык, физическая культура, экономика, высшая математика, общая физика, теоретическая механика, химия, информа-

Таблица 3

**Фрагмент таблицы с элементами учебного плана**

№ п/п	№ дисц.	Название дисциплины	Всего (часов)	Аудиторных (часов)
18	8	Политология	64	32
25	14	Высшая математика 1	270	140
26	14	Высшая математика 2	240	122
27	14	Высшая математика 3	102	58
28	15	Дискретная математика	112	60
29	16	Общая физика 1	130	66
30	16	Общая физика 2	120	60
31	16	Общая физика 3	170	92
32	17	Физические основы технических измерений	86	40
34	19	Теоретическая механика 1	100	50
35	19	Теоретическая механика 2	100	52
36	20	Химия 1	70	40
37	20	Химия 2	54	30
40	22	Экология	68	34

тика и др. Каждая из них делится на односеместровые дисциплины и становится отдельным учебным элементом плана. Для всех дисциплин определено общее количество часов по дисциплине и число часов аудиторных занятий, а также все виды промежуточного и итогового контроля. В нашем случае (для направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств») получаем более 70 учебных элементов. В таблице 3 приведены

элементы учебного плана, требующие размещения в девяти семестрах.

Кроме перечня дисциплин необходимо определить матрицу предшествования дисциплин. Фрагмент матрицы компетенций, на основе которой формируется матрица предшествования, приведен в таблице 4. В этой матрице для каждой компетенции (в данном случае для ОПК-1) определен набор дисциплин, формирующих данную компетенцию,

Таблица 4

**Фрагмент матрицы предшествования дисциплин**

Наименование компетенции	№ дисциплины п/п		Этап формирования	Уровень формирования
ОПК-1: способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	1	Алгебра и геометрия	1	ПУ
	2	Математический анализ	1	ПУ
	3	Дифференциальные уравнения	1	ПУ
	4	Операционное исчисление и функции комплексного переменного	2	БУ
	5	Физика	1, 2	БУ
	6	Химия	1	БУ
	7	Теоретическая механика	2	БУ
	8	Экология	1	ПУ

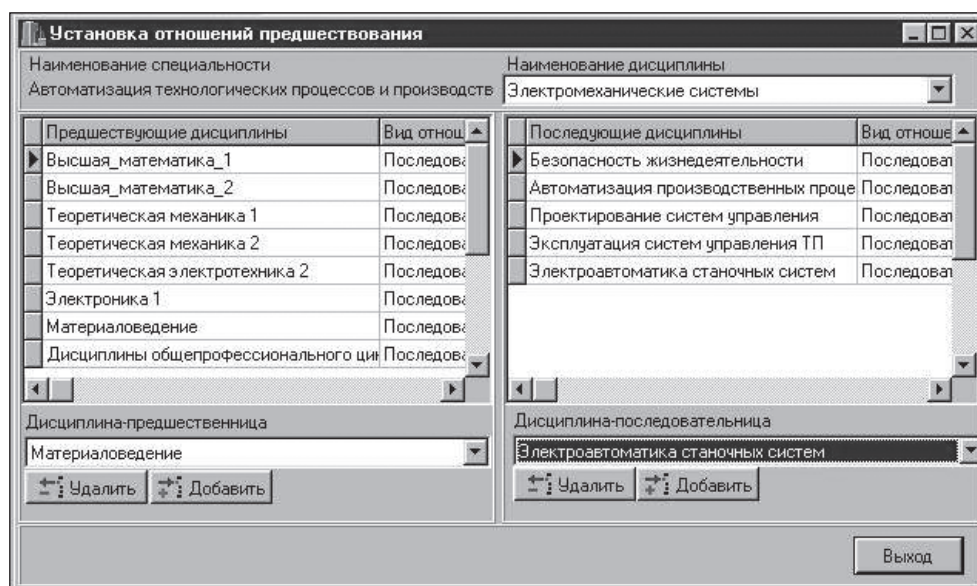


Рис. 6. Окно редактирования отношений предшествования

и для каждой компетенции определен этап и уровень формирования компетенции. Условное обозначение уровней: ПУ — пороговый уровень, БУ — базовый уровень.

Ввод матрицы предшествования осуществляется через пункт меню *Данные, Отношения предшествования* разработанного программного комплекса. Открывается окно редактирования отношений предшествования (рис. 6).

На этом этапе выполнено построение логической модели учебного плана, т. е. указаны элементы плана и матрица связей между этими элементами.

После ввода необходимой исходной информации можно приступить непосредственно к составлению учебного плана, т. е. разнесению элементов плана по семестрам.

В первую очередь необходимо задать ограничения на учебный план. Доступ к настройкам плана можно получить через меню *Настройки, Настройки плана*. Окно настроек плана (рис. 7) состоит из полей ввода максимальной общей и аудиторной нагрузки, максимального количества экзаменов, зачетов и курсовых проектов в семестр.

Помимо ограничений на работу программы влияют настройки алгоритма, доступ к которым

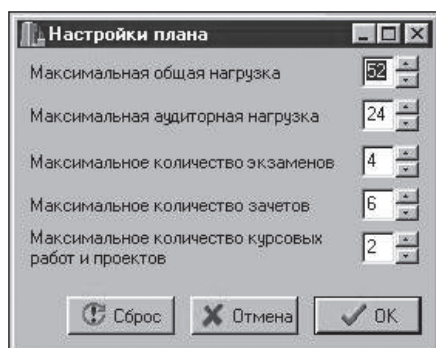


Рис. 7. Окна настроек ограничений плана

можно получить через меню *Настройки, Настройки алгоритма*. К настройкам алгоритма относятся максимальное количество планов, возвращаемое алгоритмом, и диапазон отклонения аудиторного количества часов от его среднего значения (в данном случае определено отклонение в 15 %).

Для «ручного» закрепления дисциплины достаточно в области данных для соответствующей дисциплины в поле *Семестр* указать номер семестра, в котором она будет изучаться. Для назначения дисциплины за другим семестром достаточно совершить операцию *Drag & Drop* и переместить экранную форму дисциплины на новый семестр. В случае, если отношения предшествования не позволят переместить дисциплину, курсор изменит свой вид, а дисциплины, которые препятствуют перемещению, изменят свой фон на розовый. На рисунке 8 приведен вид экрана после ручного закрепления дисциплин за семестрами. Напомним, что «ручное», или жесткое, закрепление производится для дисциплин из примерного учебного плана, для которых указан определенный семестр.

Осуществив все предварительные закрепления дисциплин, можно начать процесс автоматического закрепления оставшихся дисциплин. Для этого на панели управления существует кнопка *Поиск вариантов учебного плана*. При нажатии кнопки начинается второй этап составления учебного плана, когда проверяются «ручные» назначения дисциплин, закрепляются цепочки дисциплин, которые можно разместить в формируемом учебном плане. По окончании второго этапа программа выдаст сообщение о количестве оставшихся незакрепленных дисциплин. Пользователь может продолжить работу алгоритма либо отказаться, если количество дисциплин велико, в таком случае работа алгоритма может продолжаться несколько часов. Если ни одного варианта плана найти не удалось, после завершения работы алгоритма появится сообщение о неуспешной



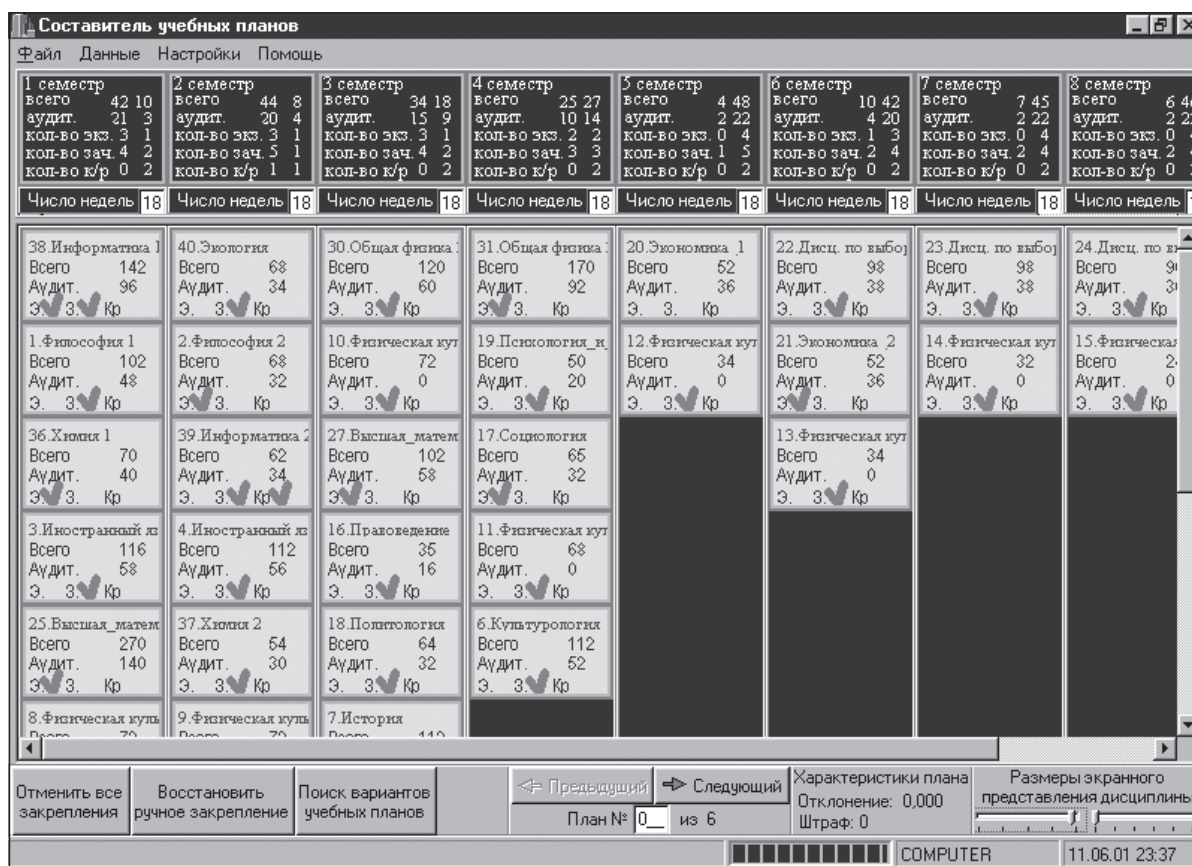


Рис. 8. Вид учебного плана после жесткого закрепления части дисциплин

работе программы. Если программа закончила работу успешно, то будут выданы количество вариантов плана, удовлетворяющих заданным условиям, и время работы алгоритма.

После успешного окончания работы алгоритма можно анализировать получившиеся варианты. Для этого на панель управления внесены характеристики учебных планов, по которым сравниваются результаты (варианты учебного плана отсортированы по характеристике «дисперсия»). Для того чтобы уместить весь учебный план на экране, можно изменить размеры экранного представления дисциплины (для этого на панели управления размещены ползунки) или изменить размеры рабочей области, как это показано на рисунках 9 и 10.

В качестве критериев оптимальности предложено использовать критерий равномерности учебной нагрузки студентов в течение семестров (периодов обучения) и критерий минимальных штрафов, отражающих степень соблюдения заданных причинно-следственных связей между дисциплинами. Введена величина  $D$ , являющаяся обобщенной характеристикой равномерности и загруженности учебного плана:

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^N (F_i - F_{cp})^2},$$

где:

$F_i$  — нагрузка  $i$ -го семестра;

$F_{cp}$  — средняя нагрузка всех семестров.

По окончании работы программы было получено шесть вариантов плана с характеристиками, представленными в таблице 5.

Таблица 5

**Характеристики вариантов плана**

Характеристика плана	Номер плана					
	1	2	3	4	5	6
Среднеквадратичное отклонение	135,327	136	138,396	139,6	139,518	140
Штраф	324	318	316	314	318	326

На рисунке 11 показана зависимость значений штрафной функции от средне-квадратичного отклонения параметра, соответствующего критерию заполненности семестров.

Далее в зависимости от установленных приоритетов эксперт может сделать выбор в пользу того или иного варианта учебного плана. В приведенном примере, если в качестве основного критерия выбрать среднеквадратичное отклонение, то вариант 2 (поскольку варианты 1 и 2 имеют равный показатель, то сравнение проводится по второму признаку) будет предпочтительнее остальных. В случае, если приоритетным признаком является значение штрафа, выбор следует остановить на варианте 4. Помимо выбора полученных вариантов пользователь может

Составитель учебных планов							
Файл Данные Настройки Помощь							
1 семестр всего 48 4 аудит. 24 0 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 4 2 кол-во к/р 0 2	2 семестр всего 52 0 аудит. 24 0 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 2 0	3 семестр всего 52 0 аудит. 23 1 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 0 2	4 семестр всего 52 0 аудит. 23 1 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 0 2	5 семестр всего 47 5 аудит. 22 2 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 2 0	6 семестр всего 48 4 аудит. 22 2 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 5 1 кол-во к/р 1 3	7 семестр всего 40 12 аудит. 19 5 кол-во экз. 3 1 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 2 2	8 семестр всего 41 11 аудит. 19 5 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 2 0
Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18
53. Машинная граф Всего 94 Аудит. 56 Э. З. Кр	61. Дисц. по выбо Всего 118 Аудит. 52 Э. З. Кр	60. Метрология Всего 100 Аудит. 40 Э. З. Кр	31. Общая физика Всего 170 Аудит. 92 Э. З. Кр	59. Техническая м Всего 100 Аудит. 40 Э. З. Кр	63. Тех. процесс Всего 136 Аудит. 72 Э. З. Кр	23. Дисц. по выбо Всего 98 Аудит. 38 Э. З. Кр	24. Дисц. по з Всего 9 Аудит. 3 Э. З. Кр
38. Информатика 1 Всего 142 Аудит. 96 Э. З. Кр	54. Машинная граф Всего 25 Аудит. 12 Э. З. Кр	30. Общая физика Всего 120 Аудит. 60 Э. З. Кр	19. Психология и Всего 50 Аудит. 20 Э. З. Кр	20. Экономика 1 Всего 52 Аудит. 36 Э. З. Кр	22. Дисц. по выбо Всего 98 Аудит. 38 Э. З. Кр	43. Прикладное пр Всего 136 Аудит. 64 Э. З. Кр	69. Инф-ое об Всего 1 Аудит. 5 Э. З. Кр
1. Философия 1 Всего 102 Аудит. 48 Э. З. Кр	40. Экология Всего 68 Аудит. 34 Э. З. Кр	10. Физическая кул Всего 72 Аудит. 0 Э. З. Кр	46. Теория управл Всего 182 Аудит. 90 Э. З. Кр	12. Физическая кул Всего 34 Аудит. 0 Э. З. Кр	21. Экономика 2 Всего 52 Аудит. 36 Э. З. Кр	14. Физическая кул Всего 32 Аудит. 0 Э. З. Кр	15. Физическая Всего 2 Аудит. 0 Э. З. Кр
36. Химия 1 Всего 70 Аудит. 40 Э. З. Кр	2. Философия 2 Всего 68 Аудит. 32 Э. З. Кр	44. Теоретическая Всего 119 Аудит. 60 Э. З. Кр	17. Социология Всего 65 Аудит. 32 Э. З. Кр	58. Материаловеде Всего 60 Аудит. 20 Э. З. Кр	51. ЭВМ и вычисл Всего 142 Аудит. 64 Э. З. Кр	65. Авт-ция произ Всего 135 Аудит. 70 Э. З. Кр	68. Автом-ий Всего 1 Аудит. 7 Э. З. Кр
3. Иностраный яз Всего 116 Аудит. 58 Э. З. Кр	39. Информатика 2 Всего 62 Аудит. 34 Э. З. Кр	27. Высшая матем Всего 102 Аудит. 58 Э. З. Кр	45. Теоретическая Всего 119 Аудит. 60 Э. З. Кр	28. Дискретная ма Всего 112 Аудит. 60 Э. З. Кр	13. Физическая кул Всего 34 Аудит. 0 Э. З. Кр	64. Произ-ное обо Всего 96 Аудит. 60 Э. З. Кр	52. Моделиро Всего 1 Аудит. 8 Э. З. Кр
25. Высшая матем Всего 67 Аудит. 34 Э. З. Кр	4. Иностраный яз Всего 44 Аудит. 22 Э. З. Кр	34. Теоретическая Всего 100 Аудит. 40 Э. З. Кр	11. Физическая кул Всего 68 Аудит. 34 Э. З. Кр	48. Электроника 1 Всего 100 Аудит. 40 Э. З. Кр	50. Электромехан Всего 140 Аудит. 70 Э. З. Кр	55. Сис-мы автома Всего 100 Аудит. 40 Э. З. Кр	56. Сис-мы авт Всего 4 Аудит. 2 Э. З. Кр
Отменить все закрепления	Восстановить ручное закрепление	Поиск вариантов учебных планов	← Предыдущий	→ Следующий	Характеристики плана Отклонение: 138,396 Штраф: 316	Размеры экранного представления дисциплины	
План № 3 из 6					COMPUTER 11.06.01 23:36		

Рис. 9. Вариант учебного плана

Составитель учебных планов							
Файл Данные Настройки Помощь							
1 семестр всего 48 4 аудит. 24 0 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 4 2 кол-во к/р 0 2	2 семестр всего 52 0 аудит. 24 0 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 2 0	3 семестр всего 52 0 аудит. 23 1 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 0 2	4 семестр всего 52 0 аудит. 23 1 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 0 2	5 семестр всего 47 5 аудит. 22 2 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 2 0	6 семестр всего 48 4 аудит. 22 2 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 5 1 кол-во к/р 1 3	7 семестр всего 40 12 аудит. 19 5 кол-во экз. 3 1 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 2 2	8 семестр всего 41 11 аудит. 19 5 кол-во экз. 4 0 кол-во зач. 6 0 кол-во к/р 2 0
Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18	Число недель 18
53. Машинная граф Всего 94 Аудит. 56 Э. З. Кр	61. Дисц. по выбо Всего 118 Аудит. 52 Э. З. Кр	60. Метрология Всего 100 Аудит. 40 Э. З. Кр	31. Общая физика Всего 170 Аудит. 92 Э. З. Кр	59. Техническая м Всего 100 Аудит. 40 Э. З. Кр	63. Тех. процесс Всего 136 Аудит. 72 Э. З. Кр	23. Дисц. по выбо Всего 98 Аудит. 38 Э. З. Кр	24. Дисц. по з Всего 9 Аудит. 3 Э. З. Кр
38. Информатика 1 Всего 142 Аудит. 96 Э. З. Кр	40. Экология Всего 68 Аудит. 34 Э. З. Кр	30. Общая физика Всего 120 Аудит. 60 Э. З. Кр	19. Психология и Всего 50 Аудит. 20 Э. З. Кр	20. Экономика 1 Всего 52 Аудит. 36 Э. З. Кр	22. Дисц. по выбо Всего 98 Аудит. 38 Э. З. Кр	14. Физическая кул Всего 32 Аудит. 0 Э. З. Кр	69. Инф-ое об Всего 1 Аудит. 5 Э. З. Кр
1. Философия 1 Всего 102 Аудит. 48 Э. З. Кр	2. Философия 2 Всего 68 Аудит. 32 Э. З. Кр	10. Физическая кул Всего 72 Аудит. 0 Э. З. Кр	46. Теория управл Всего 182 Аудит. 90 Э. З. Кр	12. Физическая кул Всего 34 Аудит. 0 Э. З. Кр	21. Экономика 2 Всего 52 Аудит. 36 Э. З. Кр	62. Дисц. по выбо Всего 120 Аудит. 56 Э. З. Кр	15. Физическая Всего 2 Аудит. 0 Э. З. Кр
36. Химия 1 Всего 70 Аудит. 40 Э. З. Кр	54. Машинная граф Всего 25 Аудит. 12 Э. З. Кр	27. Высшая матем Всего 102 Аудит. 58 Э. З. Кр	17. Социология Всего 65 Аудит. 32 Э. З. Кр	28. Дискретная ма Всего 112 Аудит. 60 Э. З. Кр	13. Физическая кул Всего 34 Аудит. 0 Э. З. Кр	65. Авт-ция произ Всего 135 Аудит. 70 Э. З. Кр	52. Моделиро Всего 1 Аудит. 8 Э. З. Кр
3. Иностраный яз Всего 116 Аудит. 58 Э. З. Кр	39. Информатика 2 Всего 62 Аудит. 34 Э. З. Кр	16. Правоведение Всего 35 Аудит. 16 Э. З. Кр	11. Физическая кул Всего 68 Аудит. 0 Э. З. Кр	58. Материаловеде Всего 60 Аудит. 20 Э. З. Кр	42. Дисц. по выбо Всего 200 Аудит. 92 Э. З. Кр	55. Сис-мы автома Всего 120 Аудит. 60 Э. З. Кр	56. Сис-мы авт Всего 1 Аудит. 5 Э. З. Кр
25. Высшая матем Всего 67 Аудит. 34 Э. З. Кр	4. Иностраный яз Всего 44 Аудит. 22 Э. З. Кр	44. Теоретическая Всего 100 Аудит. 40 Э. З. Кр	6. Культурология Всего 44 Аудит. 22 Э. З. Кр	32. Физ. основн те Всего 86 Аудит. 43 Э. З. Кр	51. ЭВМ и вычисл Всего 140 Аудит. 70 Э. З. Кр	64. Произ-ное обо Всего 96 Аудит. 60 Э. З. Кр	57. БЖД Всего 4 Аудит. 2 Э. З. Кр
Отменить все закрепления	Восстановить ручное закрепление	Поиск вариантов учебных планов	← Предыдущий	→ Следующий	Характеристики плана Отклонение: 139,518 Штраф: 326	Размеры экранного представления дисциплины	
План № 6 из 6					COMPUTER 11.06.01 23:38		

Рис. 10. Вариант учебного плана

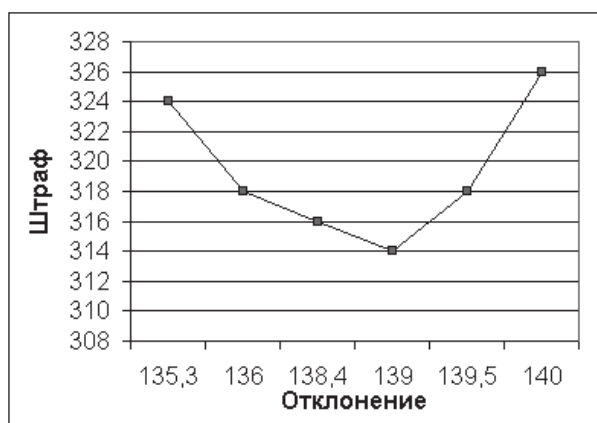


Рис. 11. Зависимость значений штрафной функции от среднеквадратичного отклонения параметра, соответствующего критерию заполненности семестров

их модифицировать, если это позволят ограничения и отношения предшествования.

## 6. Заключение

Задачу формирования учебного плана (получение временной модели учебного плана) предложено рассматривать как оптимизационную задачу раскроя-упаковки особого вида, решаемую на графе, соответствующем логической модели учебного плана, при этом в качестве оптимальности предложено использовать критерии равномерности учебной нагрузки, а также критерий минимальных штрафов, отражающий степень соблюдения заданных причинно-следственных связей между дисциплинами.

### Список использованных источников

- Архипова Е. Н., Белгородцева В. О., Шахгельдян К. И., Цуранов Э. В. Модель учебного плана нового поколения // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2012. № 5. С. 155–166. [https://science.vvsu.ru/scientific-journals/journal/current/article/id/2145402502/2012\\_5\\_16model\\_uchebnogo](https://science.vvsu.ru/scientific-journals/journal/current/article/id/2145402502/2012_5_16model_uchebnogo)
- Агапитова Л. Г. Проблемы формирования учебных планов в соответствии с требованиями ФГОС // Образование, наука и производство. 2014. № 1. С. 42–45.
- Панфилов С. А., Аббакумов А. А. Информационная поддержка управления качеством образовательной деятельности // Образовательные технологии и общество. 2015. Т. 18. № 2. С. 472–477.
- Бобриков В. Н., Равочкин Н. Н. Проектирование программ профессиональной переподготовки: практические рекомендации для организаций дополнительного профессионального образования // Мир педагогики и психологии. 2017. № 2. С. 25–34. <https://scipress.ru/pedagogy/articles/proektirovanie-programm-professionalnoj-perepodgotovki-prakticheskie-rekomendatsii-dlya-organizatsij-dopolnitelnogo-professionalnogo-obrazovaniya.html>
- Сеньковская А. А., Фураева И. И. Анализ исходных данных в задаче оптимизации рабочих учебных планов // Математические структуры и моделирование. 2019. № 2. С. 85–93. DOI: 10.25513/2222-8772.2019.2.85-94
- Карпачев А. А., Бакланов Е. Н., Стародубцев П. А. Процесс формирования компетенций в учебных планах и программах третьего поколения // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. № 6. С. 165. DOI: 10.15862/176PVN614

- Кривицкая М. А., Бушмелева К. И., Увайсов С. У. Формализация задачи построения рабочего учебного плана направления методами теории графов // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 2. С. 14–17. [http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/07/Quality.Innovation.Education\\_2-2013.pdf](http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/07/Quality.Innovation.Education_2-2013.pdf)
- Auvinen T., Raavola J., Hartikainen J. STOPS: a graph-based study planning and curriculum development tool // Koli Calling '14. Proc. 14th Koli Calling Int. Conf. on Computing Education Research. New York: ACM, 2014. P. 25–34. DOI: 10.1145/2674683.2674689
- Оре О. Теория графов. М.: Либроком, 2009. 354 с.
- Харари Ф. Теория графов. М.: Ленанд, 2018. 304 с.
- Широбокова С. Н., Щербакоева Е. А., Кацунеев А. А., Евсин В. А. Математическая модель и программная реализация инструментария для автоматизированного формирования учебно-методической документации // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2016. № 3. С. 18–23. DOI: 10.17213/0321-2653-2016-3-18-23
- Галимзянов Х. М., Попов Е. А., Сторожева Ю. А. Формирование и оценка компетенций в процессе освоения образовательных программ ФГОС ВО. Астрахань: Астраханский ГМУ, 2017. 74 с.
- Анциферова В. И. Оптимизация формирования учебных планов и составление расписаний // Информационные технологии моделирования и управления. 2009. № 1. С. 8–15.
- Дроздов Н. А. Оптимизация учебных планов // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2008. № 16. С. 95–97.
- Кабальнов Ю. С., Кузьмина Е. А., Никин А. Д., Шехтман Л. И. Графовая модель учебного плана специальности обучения в вузе // Вычислительная техника и новые информационные технологии. 2001. № 4. С. 116–123.
- Кривицкая М. А., Бушмелева К. И., Увайсов С. У. Выбор критериев оптимальности при разработке рабочего учебного плана // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 1. С. 68–72. [http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/07/Quality.Innovation.Education\\_1-2013.pdf](http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/07/Quality.Innovation.Education_1-2013.pdf)
- Kravchenko N., Alekseeva H., Gorbatyuk L. Curriculum optimization by the criteria of maximizing professional value and the connection coefficient of educational elements, using software tools // Proc. 14th Int. Conf. on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume I: Main Conference. CEUR Workshop Proceedings, 2018. P. 365–378.
- Сеньковская А. А., Фураева И. И. Алгоритмы оптимизации рабочих учебных планов // Математическое и компьютерное моделирование. Сборник материалов IV Международной научной конференции. Омск: ОмГУ, 2016. С. 91–93.
- Космачева И. М., Квятковская И. Ю., Сибикина И. В. Автоматизированная система формирования рабочих программ учебных дисциплин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. № 1. С. 90–97. <https://vestnik.astu.org/ru/nauka/article/32499/view>
- Вильданов А. Н. Разработка SAX-парсера учебных планов для формирования семестровых рабочих учебных планов // Доклады Башкирского университета. 2018. Т. 3. № 3. С. 263–268. [http://dokbsu.bashedu.ru/sites/default/files/pdf/2018/3/3/02\\_Vildanov\\_v1\\_263-268.pdf](http://dokbsu.bashedu.ru/sites/default/files/pdf/2018/3/3/02_Vildanov_v1_263-268.pdf)
- Антоненко С. В., Руденко С. Д. Программное обеспечение для обработки данных учебных рабочих планов высшего учебного заведения // Актуальные научные исследования в современном мире. 2017. № 12-7. С. 99–103.



# CURRICULUM DEVELOPMENT BASED ON THE GRAPH MODEL

E. A. Kuzmina<sup>1</sup>, G. F. Nizamova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ufa State Aviation Technical University

450000, Russia, The Republic of Bashkortostan, Ufa, ul. Karla Marksa, 12

## Abstract

The article discusses the approach to planning interrelated work within a given number of time periods using the example of the formation of a curriculum of a higher educational institution based on the competence model of students. It is proposed to consider the task of forming a curriculum as an optimization task of cutting-packing, solved with the help of an ordered graph. A logical model of the curriculum is developed in the form of an  $N$ -layer ordered graph in which the vertices correspond to the disciplines of the curriculum, and the arcs specify the relations of the preceding of disciplines in semesters, the temporal preceding (following) of disciplines is set using the discipline following matrix. As a criterion for the optimality of the curriculum, the criterion of the uniformity of the study load and the criterion of minimum fines, which reflects the degree of compliance with the given causal relationships between the disciplines of the plan, are considered. The UML diagram of the components of the software package for the formation of curricula is developed, the functions of the developed software package are described. The software implementation of the developed models and algorithms is completed. An experiment was conducted, various curriculum options were obtained and analyzed. Their optimality was estimated based on the proposed criteria, the characteristics of the constructed curriculum options are given, recommendations are given for choosing the final curriculum version, taking into account the established priorities

**Keywords:** work planning, graph model, matrix, competencies, curriculum.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2020-35-5-33-43

## For citation:

Kuzmina E. A., Nizamova G. F. Formirovanie uchebnogo plana na osnove grafovoy modeli [Curriculum development based on the graph model]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 5, p. 33–43. (In Russian.)

**Received:** November 11, 2019.

**Accepted:** April 21, 2020.

## About the authors

**Elena A. Kuzmina**, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Computer Science, Ufa State Aviation Technical University, The Republic of Bashkortostan, Russia; kuzmina\_ee@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3154-4791

**Guzel F. Nizamova**, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department of Computer Science, Ufa State Aviation Technical University, The Republic of Bashkortostan, Russia; nizamova\_guzel@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4633-6338

## References

1. Arkhipova E. N., Belgorodtseva V. O., Shakhgeldyan K. I., Tsuranov E. V. Model' uchebnogo plana novogo pokoleniya [The model of educational plan corresponding to new generation standards]. *Territoriya novykh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ehkonomiki i servisa — Territory of New Opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service*, 2012, no. 5, p. 155–166. (In Russian.) Available at: [https://science.vvsu.ru/scientific-journals/journal/current/article/id/2145402502/2012\\_5\\_16model\\_uchebnogo](https://science.vvsu.ru/scientific-journals/journal/current/article/id/2145402502/2012_5_16model_uchebnogo)
2. Agapitova L. G. Problemy formirovaniya uchebnykh planov v sootvetstvi s trebovaniyami FGOS [Problems of forming curricula in accordance with the requirements of the Federal State Educational Standard]. *Obrazovanie, nauka i proizvodstvo — Education, Science and Production*, 2014, no. 1, p. 42–45. (In Russian.)
3. Panfilov S. A., Abbakumov A. A. Informatsionnaya podderzhka upravleniya kachestvom obrazovatel'noj deyatel'nosti [Information support of educational activity quality management]. *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo — Educational Technologies and Society*, 2015, vol. 18, no. 2, p. 472–477. (In Russian.)
4. Bobrikov V. N., Ravochkin N. N. Proektirovanie programm professional'noj perepodgotovki: prakticheskie rekomendatsii dlya organizatsij dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya [Professional retraining programs designing: Practical recommendations for additional professional education organizations]. *Mir pedagogiki i psikhologii — The World of Pedagogy and Psychology*, 2017, no. 2, p. 25–34. (In Russian.) Available at: <https://scipress.ru/pedagogy/articles/proektirovanie-programm-professionalnoj-perepodgotovki-prakticheskie-rekomendatsii-dlya-organizatsij-dopolnitelnogo-professionalnogo-obrazovaniya.html>
5. Senkovskaya A. A., Furaeva I. I. Analiz iskhodnykh dannykh v zadache optimizatsii rabochikh uchebnykh planov [Analysis of the source data in the task of curriculum optimization]. *Matematicheskie struktury i modelirovanie — Mathematical Structures and Modeling*, 2019, no. 2, p. 85–93. (In Russian.) DOI: 10.25513/2222-8772.2019.2.85-94
6. Karpachev A. A., Baklanov E. N., Starodubtsev P. A. Protsess formirovaniya kompetentsij v uchebnykh planakh i programmakh tret'ego pokoleniya [The process of formation of competences in the curricula and programmes of the third generation]. *Internet-zhurnal "Naukovedenie" — Internet Journal "Science of Science"*, 2014, no. 6, p. 165. (In Russian.) DOI: 10.15862/176PvN614
7. Krivitskaya M. A., Bushmeleva K. I., Uvaisov S. U. Formalizatsiya zadachi postroeniya rabocheho uchebnogo plana napravleniya metodami teorii grafov [Formalization of a problem of creation of the working curriculum of the direction by methods of the theory of counts]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie — Quality. Innovation. Education*, 2013, no. 2, p. 14–17. (In Russian.) Available at: [http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/07/Quality.Innovation.Education\\_2-2013.pdf](http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/07/Quality.Innovation.Education_2-2013.pdf)
8. Auvinen T., Paavola J., Hartikainen J. STOPS: a graph-based study planning and curriculum development tool. *Koli Calling '14. Proc. 14th Koli Calling Int. Conf. on Computing Education Research*. New York, ACM, 2014, p. 25–34. DOI: 10.1145/2674683.2674689
9. Ore O. Teoriya grafov [Graph theory]. Moscow, Librokom, 2009. 354 p. (In Russian.)
10. Harari F. Teoriya grafov [Graph theory]. Moscow, Lenand, 2018. 304 p. (In Russian.)
11. Shirobokova S. N., Scherbakova E. A., Katsupeev A. A., Evsin V. A. Matematicheskaya model' i programnaya realizatsiya instrumentariya dlya avtomatizirovannogo formirovaniya uchebno-metodicheskoy dokumentatsii [The mathematical model and the software implementation of tools for an automated formation of education and methodical documentation]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Tekhnicheskie nauki — University News. North-Caucasian Region. Technical Sciences Series*, 2016, no. 3, p. 18–23. (In Russian.) DOI: 10.17213/0321-2653-2016-3-18-23

12. Galimzyanov H. M., Popov E. A., Storozheva Yu. A. Formirovanie i otsenka kompetentsij v protsesse osvoeniya obrazovatel'nykh programm FGOS VO [Formation and assessment of competencies in the development of educational programs of the Federal State Educational Standard of Higher Education]. Astrakhan, Astrakhan State Medical University, 2017. 74 p. (In Russian.)

13. Antsiferova V. I. Optimizatsiya formirovaniya uchebnykh planov i sostavlenie raspisanij [Optimization of curriculum formation and scheduling]. *Informatsionnye tekhnologii modelirovaniya i upravleniya — Information Technology Modeling and Management*, 2009, no. 1, p. 8–15. (In Russian.)

14. Drozdov N. A. Optimizatsiya uchebnykh planov [Curriculum optimization]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya — Vestnik of Moscow City University. Series "Informatics and Informatization of Education"*, 2008, no. 16, p. 95–97. (In Russian.)

15. Kabalnov Yu. S., Kuzmina E. A., Nikin A. D., Shekhtman L. I. Grafovaya model' uchebnogo plana spetsial'nosti obucheniya v vuze [Graph model of the curriculum of the specialty of study at the university]. *Vychislitel'naya tekhnika i novye informatsionnye tekhnologii — Computer Engineering and New Information Technologies*, 2001, no. 4, p. 116–123. (In Russian.)

16. Krivitskaya M. A., Bushmeleva K. I., Uvaisov S. U. Vybór kriteriev optimal'nosti pri razrabotke rabocheho uchebnogo plana [Selecting optimal criteria in developing a working curriculum]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie — Quality. Innovation. Education*, 2013, no. 1, p. 68–72. (In Russian.) Available at: [http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/07/Quality.Innovation.Education\\_1-2013.pdf](http://quality-journal.ru/wp-content/uploads/2016/07/Quality.Innovation.Education_1-2013.pdf)

17. Kravchenko N., Alekseeva H., Gorbatyuk L. Curriculum optimization by the criteria of maximizing professional value and the connection coefficient of educational elements,

using software tools. *Proc. 14th Int. Conf. on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume I: Main Conference. CEUR Workshop Proceedings*, 2018, p. 365–378.

18. Senkovskaya A. A., Furaeva I. I. Algoritmy optimizatsii rabochikh uchebnykh planov [Optimization algorithms for workplans]. *Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie. Sbornik materialov IV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [Mathematical and computer modeling. Proc. IV Int. Scientific Conf.]*. Omsk, OMSU, 2016, p. 91–93. (In Russian.)

19. Kosmacheva I. M., Kvyatkovskaya I. Yu., Sibikina I. V. Avtomatizirovannaya sistema formirovaniya rabochikh programm uchebnykh distsiplin [Automated system of creation of working programs of academic disciplines]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika — Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computing and Informatics*, 2016, no. 1, p. 90–97. (In Russian.) Available at: <https://vestnik.astu.org/ru/nauka/article/32499/view>

20. Vildanov A. N. Razrabotka SAX-parsera uchebnykh planov dlya formirovaniya semestrovnykh rabochikh uchebnykh planov [Development of SAX parser working curriculum for the formation of semester workplans]. *Doklady Bashkirskogo universiteta — Reports of Bashkir University*, 2018, vol. 3, no. 3, p. 263–268. (In Russian.) Available at: [http://dokbsu.bashedu.ru/sites/default/files/pdf/2018/3/3/02\\_Vildanov\\_v1\\_263-268.pdf](http://dokbsu.bashedu.ru/sites/default/files/pdf/2018/3/3/02_Vildanov_v1_263-268.pdf)

21. Antonenko S. V., Rudenko S. D. Programmnoe obespechenie dlya obrabotki dannykh uchebnykh rabochikh planov vysshego uchebnogo zavedeniya [Software for processing the data of educational work plans of a higher educational institution]. *Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremenom mire — Actual Scientific Research in the Modern World*, 2017, no. 12-7, p. 99–103. (In Russian.)

## НОВОСТИ

### Минпросвещения России создаст сеть базовых школ при педагогических вузах

В рамках работы по развитию системы подготовки учителей Министерство просвещения Российской Федерации создаст сеть базовых школ при педагогических вузах. С такой инициативой ранее выступил министр просвещения Российской Федерации Сергей Кравцов. Также будет подготовлен порядок, определяющий правила работы студентов в школах. Об этом рассказал замминистра просвещения Виктор Басюк во время совещания в режиме видео-конференц-связи, посвященного итогам волонтерской работы в педагогических вузах.

«Одна из инициатив министра просвещения России Сергея Кравцова — создание пула базовых школ при педагогических вузах. Это школы с высоким качеством образования, где ребята будут получать профессиональные навыки и умения», — сообщил он.

Также Виктор Басюк заявил, что министерство готовит порядок, который будет определять правила работы студентов в школах. В начале июня Президент Российской Федерации Владимир Путин подписал закон, согласно которому студенты старших курсов, успешно сдавшие сессию, имеют право преподавать в школах до получения диплома.

«Мы очень ждем вас в школе. Нашим образовательным организациям очень не хватает молодых увлеченных

педагогов, которые обладают самыми современными знаниями и компетенциями, особенно в сфере информационных, цифровых технологий. Мы надеемся, что с нового учебного года вы пополните наши образовательные организации и будете вносить серьезный вклад в их развитие», — сказал Басюк.

Замминистра поблагодарил участников проекта «Волонтеры просвещения» за их активную роль в решении проблем, связанных с возникшей эпидемиологической ситуацией. В частности, студенты педагогических вузов помогли учителям в организации дистанционного обучения школьников.

На совещании выступили студенты-волонтеры нескольких вузов, в том числе Армавирского государственного педагогического университета, Ярославского государственного педагогического университета им. К. Д. Ушинского, Шадринского государственного педагогического университета. Они рассказали о реализации добровольческих инициатив в своих вузах, среди которых — улучшение цифровых навыков педагогов, помощь школьникам в выполнении домашних заданий, консультирование родителей, психологическое сопровождение.

(По материалам, предоставленным пресс-службой Минпросвещения России)

## ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ КАК ФОРМА КОНТРОЛЯ В ТЕХНОГЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

И. В. Харламенко<sup>1</sup>, В. В. Воног<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова*  
119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

<sup>2</sup> *Сибирский федеральный университет*  
660041, Россия, г. Красноярск, Свободный пр-т, д. 79

### Аннотация

В статье рассматриваются особенности осуществления контроля и обратной связи в обучении иностранному языку в условиях техногенной среды. Образовательный процесс трансформируется под влиянием внедрения и активного применения цифровых технологий. ИКТ-насыщенная среда позволяет реализовывать новые модели взаимодействия между преподавателем, обучающимися и цифровыми инструментами, обогащает фонд заданий и расширяет ряд возможных форм контроля и обратной связи. По мнению авторов, автоматизированный режим оценивания результатов усвоения знаний находит применение как в условиях внеаудиторной работы, так и непосредственно на занятиях в рамках технологии Bring Your Own Device (BYOD). Автоматизированный контроль способствует интенсивности образовательного процесса, позволяет всем его участникам выбрать удобный режим работы, обеспечивая им мгновенную обратную связь, тем самым позволяя осуществлять самооценивание и саморефлексию собственных действий.

Особого внимания при обучении иностранному языку заслуживает технология чат-ботов. Чат-боты имитируют действия человека и способны выполнять стандартные повторяющиеся задания. Возможность интеграции в социальные сети и мобильные технологии, а также широкий диапазон использования объясняют все большую популярность ботов.

В техногенной образовательной среде технологии могут быть основой взаимодействия, взаимного редактирования и оценивания студентов при организации совместных проектов. В данном случае обучающиеся получают обратную связь не только от преподавателя, но и от других студентов, повышая мотивацию к самостоятельному обучению. Таким образом, автоматизированная проверка, самооценивание и взаимооценивание позволяют не только выявить проблемные области у каждого студента, но и создать индивидуальную траекторию обучения, что повышает эффективность обучения иностранному языку.

**Ключевые слова:** контроль, автоматизированный контроль, обратная связь, взаимное оценивание, самооценивание, иностранный язык, техногенная среда.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-44-49

### Для цитирования:

Харламенко И. В., Воног В. В. Обратная связь как форма контроля в техногенной образовательной среде // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 44–49.

Статья поступила в редакцию: 9 марта 2020 года.

Статья принята к печати: 21 апреля 2020 года.

### Сведения об авторах

Харламенко Инна Владимировна, преподаватель кафедры английского языка для естественных факультетов, факультет иностранных языков и регионоведения, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Россия; ikharlamenko@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-0340-7311

Воног Вита Витальевна, канд. культурологии, доцент, зав. кафедрой иностранных языков для инженерных направлений, Институт филологии и языковой коммуникации, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; vonog\_vita@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0710-2662

## 1. Техногенная образовательная среда: основные понятия

Современный этап развития общества характеризуется значительными изменениями во всех сферах человеческой жизни, обусловленными внедрением и активным применением технологий. Можно говорить о текущем обществе как о *техногенном* и при рассмотрении общественного устройства использовать сочетание технологического и научного подходов.

В основе понятия «*техногенность*» — техника и технологии, оказывающие воздействие на социум, биосферу и человека. Это понятие появилось не сегодня, оно используется на протяжении уже достаточно долгого времени: первоначально — как базовое понятие в истории техники, используемое для профессиональных целей, а в настоящее время — как термин, характеризующий внедрение технологий в повседневность, в том числе в процесс обучения.

Поскольку образование сегодня — это один из базовых аспектов жизни человека, возникают дисциплины, ориентированные на изучение самого процесса обучения и его преобразования в техногенной среде (Science, Technology and Society (STS), Learning Studies). Техника в таких дисциплинах рассматривается не только в качестве оборудования и инструмента обучения, но и как средство для достижения наибольшей эффективности при наименьших затратах.

Изучение техногенного общества актуально в связи с ориентированностью общества не только на кибернетические факторы, но и на такой фактор, как наиболее высокий уровень продуктивности, в частности продуктивности в процессе обучения, поскольку быстрый рост необходимых компетенций позволяет студентам становиться наиболее востребованными кадрами на рынке труда и повышать эффективность не только в рамках личного роста, но и для организации в целом.



Наряду с характерными для техногенного общества изменениями самого процесса образования, трансформируемого за счет новых технических средств, на физиологическом уровне меняются тип мышления современного студента [1] и его поведенческие тренды [2]. Развитие интернет-технологий и включение в процесс обучения социальных сетей, электронного портфолио, массовых онлайн-курсов, интерактивных заданий, электронного формата хранения и реализации материала и т. д. обусловлены новыми особенностями обучения. Во-первых, меняется ведущий субъект образовательного процесса — вместо обучающего им становится обучающийся. Во-вторых, от потребления знаний (почерпнутых из книг, полученных от преподавателя) фокус смещается на управление знаниями — поиск, редактирование и создание контента [3]. В-третьих, происходят изменения в логистике образовательного процесса [4].

Реализуется возможность создания основанной на идее конструктивизма модели ИКТ-насыщенной образовательной среды — как на рецептивном, так и на продуктивном уровнях [5].

В образовательной среде предпринимаются шаги для развития и обогащения фондов оценочных средств за счет использования новых форм контроля и академической обратной связи. В современном техногенном обществе в качестве приоритетных объектов контроля при обучении большее значение приобретают не знания, умения и навыки студента, а продуктивные возможности созданной учебной среды, способствующие самообразованию личности [6].

Техногенность образовательной среды приводит к изменению форм преподавания учебных дисциплин (включая иностранный язык), к изменению в учебном процессе роли преподавателя, а также к повышению автономности студента и диверсификации контента обучения с применением цифровых ресурсов [7].

## 2. Цифровые инструменты для осуществления обратной связи как формы контроля при обучении иностранному языку

Анализ тенденций подготовки специалистов лингвистического профиля выявил **разнообразие реализуемых форм контроля и академической обратной связи при обучении иностранному языку в техногенной образовательной среде**, а именно:

- *автоматизированный контроль;*
- *самооценивание/саморефлексия;*
- *взаимоценивание.*

Любая из перечисленных форм наряду с традиционным контролем дает возможность обучающемуся выстраивать образовательную траекторию и корректировать собственные учебные действия в зависимости от того, носит обратная связь позитивный или негативный характер.

Расширение применяемых форм контроля стало возможным за счет расширения моделей взаимодействия между участниками образовательного процесса. Так, И. Н. Розина [8] говорит о компьютерно-

опосредованном взаимодействии, согласно которому общение выстраивается на уровнях «человек — компьютер» и «человек — компьютер — человек». В настоящее время такая интеракция в цифровой среде дополняется взаимодействиями «человек — цифровые технологии» и «человек/люди — цифровые технологии — человек/люди». Понятие «цифровые технологии» включает в себя компьютерные, смарт, мобильные и облачные технологии.

Рассмотрим, каким образом цифровые инструменты позволяют осуществлять обратную связь как форму контроля при обучении иностранному языку.

### 2.1. Автоматизированный контроль

Автоматизированный контроль относится к низкоконтекстуальной модели взаимодействия на уровне «человек — цифровые технологии» и представляет собой автоматизированный отклик в рамках заранее заданных операций как ответную реакцию искусственного разума на действия человека [8]. Это, например, автоматизированная проверка тестовых заданий с закрытым ответом, т. е. когда программа сопоставляет ответ, полученный от человека на свой запрос, с разнообразием ответов, заложенных в нее составителем-разработчиком. Подобные действия соответствуют бихевиористскому подходу [9] и хорошо подходят для отработки навыков, например грамматических, лексических или фонетических, в рамках многократного повторения действий по типу *drill-exercise*.

Примерами **онлайн-ресурсов**, на основе которых проводится контроль в рамках электронного обучения иностранному языку, служат **Vocabgrabber** (<http://www.visualthesaurus.com/vocabgrabber>) и **Concordancers** (<http://www.just-the-word.com>). С помощью Vocabgrabber можно актуализировать работу с активным вокабуляром обучающихся, проработать отдельные слова и их контекстуальное значение при работе с текстами профессиональной направленности. Ресурс позволяет организовать активную работу с группой слов, образующих синонимичные ряды, словосочетания и идиомы, что способствует эффективному обучению основным видам речевой деятельности и их контролю при организации коллективной и индивидуальной деятельности. Ресурс Concordancers предусматривает активное сочетание проверки правильности порядка слов, сочетаемости слов, а также понимания разницы в значениях исследуемых слов. При наличии определенного количества контекстов обеспечивается гарантия того, что студент сможет сформировать первичное представление о новом слове путем количественного и качественного анализа, что создает условия для синтеза знаний, а не их пассивного усвоения.

Цифровые технологии, подходящие для автоматизированного контроля, это в том числе и **мобильные технологии**. Помимо того что они используются при смешанном и дистанционном обучении, проверка, организованная с помощью мобильных устройств, может найти применение и в традиционном обучении в рамках технологии BYOD (Bring Your Own Device), позволяя каждому обучающемуся

проходить контроль усвоенного материала в своем собственном режиме [10]. Самостоятельное определение своих сильных и слабых позиций сыграет важную роль для дальнейшего обучения и самообучения студентов. Рефлексия позволит им опираться на сильные стороны, а также совершенствовать слабые стороны в дальнейшей работе [11].

В последнее время все большую популярность получают **чат-боты**, или ботчаты, которые представляют собой виртуального помощника, имитирующего действия человека. Среди основных преимуществ чат-ботов — оптимизация выполнения стандартных повторяющихся задач, осуществление круглосуточной обратной связи и исключение человеческого фактора [12]. Особенностью чат-ботов является возможность их интегрирования в социальные сети и мобильные технологии, например Facebook, Telegram и др. Сфера использования ботов очень широка. Это и личные потребности пользователя (узнать погоду, найти билет, послушать анекдоты и т. д.), и бизнес-цели (собрать информацию от потребителей, провести опрос мнения клиентов, оформить претензию и др.), и даже политические цели (проведение опроса общественного мнения, внедрение определенных идей, шпионаж и др.).

В рамках отечественного образования чат-боты используются для следующих целей:

- оптимизация администрирования процесса: например, осуществление круглосуточной поддержки при ответах на стандартные вопросы [13] и запросы обучающихся об устройстве обучения в университете [14], рассылка различного рода напоминаний, учебного материала, проведение опросов;
- создание образовательной речевой среды [15]: например, для отработки лексических навыков [16], грамматических навыков [17], формирования умений говорения [18], совершенствования фонетических навыков, умений чтения и аудирования.

Заслуживает внимания разработанный в России **чат-бот «Вася»**, который помогает русскоязычным пользователям изучать английский язык. «Вася» содержит большое количество упражнений для отработки языковых навыков и речевых умений, предугадывает ответы пользователя и сопровождает обучение забавными и поучительными историями, что повышает интерес обучающихся и поддерживает мотивацию к продолжению обучения. Недостатком данного бота является наличие платы (хотя и не очень высокой) после нескольких бесплатных уроков.

## 2.2. Самооценивание и взаимооценивание

Среди форм контроля и обратной связи, которые нашли широкое применение при обучении иностранному языку в техногенной образовательной среде, следует отметить взаимное редактирование (peer review), взаимное оценивание (peer assessment) и самооценивание (self-assessment).

Отечественные и зарубежные авторы подчеркивают доступность цифровых форм обратной связи

через вики-сайты [19, 20], блоги [21], e-portfolio [22], LMS-системы [23, 24].

Методы взаимооценивания и самооценивания (форумы, чаты и др.) обеспечивают интерактивность взаимодействия преподавателя и обучающегося и обратную связь в обучении на различных уровнях взаимодействия. Обратная связь может служить дополнительным стимулом к оптимизации самостоятельной работы студентов. Обучающийся должен понимать, что все, что он делает, он делает для себя, для получения знаний, но преподаватель следит за его работой, и если вдруг что-то сделано не так, то педагог сможет его направить и помочь разобраться. Обратная связь может быть индивидуальной — в виде личного сообщения в системе — или публичной — в виде комментария в чате или форуме. Такой контроль соответствует личностно-ориентированной парадигме обучения и применяется в рамках оценивания письменно-речевых иноязычных умений.

При самооценивании и взаимооценивании чужих работ студенты проявляют большую ответственность и за собственный создаваемый продукт, и за проведение процедуры оценивания. Увеличивается ценность собственной работы, поскольку в этом случае обучающиеся получают реального читателя в лице одноклассника/ов, компетентного/ных в области профессиональной направленности нелингвистического профиля. Процесс оценивания чужой работы позволяет по-новому взглянуть на собственный текст и сделать выводы о возможных способах улучшения своей работы.

При организации работы в виртуальной образовательной среде особое внимание уделяется **роли преподавателя**, который должен обучить студентов правильно давать обратную связь другим. В рамках такого контроля действия студентов осуществляются не «для галочки», а имеют положительное воздействие как для оценивающего (ознакомление с примерами других работ, другим стилем изложения материала, подбором аргументации по теме и т. д.), так и для оцениваемого (взгляд со стороны на убедительность аргументации, на уровень языковых навыков и речевых умений и т. д.).

Обратная связь, обладающая такими характеристиками, как конкретика, персонализированность, эмоциональная сбалансированность, конструктивный характер [25], мотивирует студента к автономии и самостоятельной работе, а также способствует выработке его индивидуальной траектории обучения.

## 3. Выводы

Техногенность образовательной среды привнесла ряд изменений не только в процесс обучения иностранному языку, но и в формат контроля полученных результатов и осуществления академической обратной связи.

Различные инструменты обучения и разные формы заданий, реализованные на основе технологий, становятся центром внимания, поскольку именно они ориентированы на эффективное обучение совре-

менного студента. Электронные курсы, электронные журналы и интерактивные онлайн-задания делают процесс обучения более доступным, а контроль — личностно-ориентированным, так как при этом учитываются в том числе и психологические особенности студента, что создает необходимые и комфортные условия для его самореализации.

Автоматизированный контроль, взаимооценивание и самооценивание позволяют спроектировать модель педагогического взаимодействия в виде кооперативной деятельности субъектов учебного процесса (взаимооценивание и взаимное редактирование), организованной как продуктивное сотрудничество преподавателя со студенческой группой и каждым студентом в отдельности, а также студентов группы между собой. Совместная деятельность вовлеченных в нее субъектов направлена на создание среды, обеспечивающей личностное, социальное и профессиональное развитие всех участников процесса.

### Список использованных источников

1. Денисов И. В., Корецкая И. А. Студенты сетевого поколения: латеральные профили и цифровые навыки // Информатика и образование. 2019. № 2. С. 34–41. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-2-34-41
2. Петрунева Р. М., Васильева В. Д., Петрунева Ю. В. Цифровое студенчество: мифы и реальность // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 11. С. 47–55. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-11-47-55
3. Яроцкая Л. В. Интернационализация профессиональной подготовки специалиста: от обоснования принципа к образовательной практике // Вестник МГЛУ. Образование и педагогические науки. 2019. № 1. С. 80–91. [http://www.vestnik-mslu.ru/Vest/1\\_830.pdf](http://www.vestnik-mslu.ru/Vest/1_830.pdf)
4. Кушнир М. Э., Рабинович П. Д., Храмов Ю. Е., Заведенский К. Е. Образовательная логистика в цифровой школе // Информатика и образование. 2019. № 9. С. 5–11. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-9-5-11
5. Удалов С. Р., Петрова Н. В. Модель ИКТ-насыщенной среды обучения иностранному языку на основе социального конструктивизма // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2019. № 2. С. 30–35. <http://sano.ru/magazine/N30/pages/30-35.pdf>
6. Воног В. В. Европейский языковой портфель как эффективный инструмент контроля обученности иностранному языку // Журнал СФУ. Гуманитарные науки. 2018. Т. 11. № 10. С. 1711–1728. DOI: 10.17516/1997-1370-0328
7. Леушина И. В., Леушин И. О. Иностраный язык и индивидуализация подготовки студентов: реалии, тренды, варианты // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 3. С. 147–154. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-3-147-154
8. Розина И. Н. Теория и практика обучения педагогической коммуникации в образовательной информационно-коммуникационной среде: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. М., 2005. 50 с.
9. Skinner B. F. The control of human behavior // Cumulative record. New York: Appleton-Century-Crofts, 1961. P. 18–23.
10. Tsaraphina Ju. M., Dunaeva N. V., Kireicheva A. M. Application of BYOD technology in education on the example of Lecture Racing mobile application // Информатика и образование. 2019. No. 9. P. 56–64. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-9-56-64
11. Минин М. Г., Шайкина О. И. Имплементация информационных BYOD-разработок в процессе обучения иностранному языку // Информатизация образования и методика электронного обучения. Материалы III Международной научной конференции. Красноярск: СФУ, 2019. С. 238–243.
12. Сухушина М. Н., Гмырь В., Тарабукин И. И., Егелская В. А. Основные преимущества чат-ботов // Вестник современных исследований. 2019. № 1.13. С. 75–76.
13. Оськин А. Ф., Оськин Д. А. Чат-боты и их применение в учебном процессе // Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер». 2018. № 47. С. 166–167.
14. Стефанова Н. А., Осипов А. А. Повышение эффективности взаимодействия вуза со студентами посредством чат-бота // Актуальные вопросы современной экономики в глобальном мире. 2018. № 8. С. 248–251.
15. Балдина Н. В., Бортников Р. О., Редозубова Д. С., Мишланова С. Л. Чат-бот как часть образовательной речевой среды // Актуальные проблемы изучения иностранных языков и литератур. Сборник статей молодых ученых. Пермь: ПГНИУ, 2018. С. 300–305.
16. Кващук М. Е., Шилова С. А. Из опыта создания и использования лексического тренажера «Hangbot» в рамках преподавания иностранного языка в вузе // Языковые и культурные контакты: лингвистический и лингводидактический аспекты. Материалы III Международной научно-практической конференции. Саратов: Саратовский источник, 2018. С. 288–292.
17. Балдина Н. В., Бортников Р. О., Пейсахович А. Д., Редозубова Д. С. Лингводидактические аспекты применения готовых чат-ботов в обучении ИЯ // Математика и междисциплинарные исследования — 2019. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. Пермь: ПГНИУ, 2019. С. 60–63. <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/mmi-2019.pdf>
18. Зильберман Н. Н. Использование технологий чат-ботов при формировании говорения в преподавании иностранного языка. На примере русского языка как иностранного начального этапа обучения // Гуманитарная информатика. 2007. № 3. С. 110–116. [http://journals.tsu.ru/huminf/&journal\\_page=archive&id=1165&article\\_id=19267](http://journals.tsu.ru/huminf/&journal_page=archive&id=1165&article_id=19267)
19. Титова С. В., Харламенко И. В. Метод совместного написания эссе и их взаимного оценивания при обучении письменно-речевым умениям // Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2017. № 3. С. 26–40.
20. Whitelock D. Activating assessment for learning: Are we on the way with Web 2.0? // Web 2.0-Based-E-Learning: Applying social informatics for tertiary teaching. Hershey: IGI Global, 2011. P. 319–342. DOI: 10.4018/978-1-60566-294-7.ch017
21. Сысоев П. В., Мерзляков К. А. Методика обучения письменной речи студентов направления подготовки «Международные отношения» на основе метода рецензирования // Язык и культура. 2016. № 2. С. 195–206. DOI: 10.17223/19996195/34/15
22. Смолянинова О. Г. Технология e-portfolio и open badges в демонстрации и признании образовательных результатов в течение всей жизни // Информатизация образования и методика электронного обучения. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск: СФУ, 2018. С. 57–61. <https://research.sfu-kras.ru/publications/publication/35590484>
23. Крашенинникова Л. В., Захаров К. П. Применение методик коллективной организационной формы обучения в цифровой образовательной среде // Сибирский педагогический журнал. 2019. № 6. С. 56–68. DOI: 10.15293/1813-4718.1906.05
24. Whitelock D., Watt S. Reframing e-assessment: adopting new media and adapting old frameworks // Learning, Media and Technology. 2008. Vol. 33. Is. 3. P. 151–154. DOI: 10.1080/17439880802447391
25. Корнев А. А. Обратная связь в обучении и педагогическом общении // RHEMA. PEMA. 2018. № 2. С. 112–127.



# FEEDBACK AS A FORM OF CONTROL IN A TECHNOGENIC EDUCATIONAL ENVIRONMENT

I. V. Kharlamenko<sup>1</sup>, V. V. Vonog<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Lomonosov Moscow State University*  
119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1

<sup>2</sup>*Siberian Federal University*  
660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny prospect, 79

## Abstract

The article is devoted to control and feedback in foreign language teaching in a technogenic environment. The educational process is transformed in terms of the implementation and active use of digital technologies. ICT-rich environment provides new models of interaction between the teacher, students and digital tools. It also enriches the diversity of tasks and expands the range of possible forms of control and feedback. According to the authors, automated evaluation takes place both in out-of-classroom activities and directly in the classroom using Bring Your Own Device technology (BYOD). Automated control contributes to the intensity of the educational process. It provides all the participants with an opportunity to choose a convenient mode of work and get instant feedback, thereby allowing self-assessment and self-reflection of their own actions.

When teaching foreign languages, special attention should be paid to chatbot technology. Chatbots imitate human actions and are able to perform standard repetitive tasks. The growing popularity of bots is explained by a wide range of usage spheres and the ability to integrate chatbots into social networks and mobile technologies.

In the technogenic educational environment, ICT can be the basis for interaction, co-editing and peer assessment in collaborative projects. In this case, students receive feedback not only from the teacher, but also from other students, which increases the motivation for independent learning. Thus, automated control, self-assessment and peer assessment can both identify problem areas for each student and design an individual learning path, which increases the effectiveness of learning a foreign language.

**Keywords:** control, automated control, feedback, peer assessment, peer evaluation, self-assessment, foreign language, technogenic environment.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2020-35-5-44-49

## For citation:

Kharlamenko I. V., Vonog V. V. Obratnaya svyaz' kak forma kontrolya v tekhnogennoj obrazovatel'noj srede [Feedback as a form of control in a technogenic educational environment]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 5, p. 44–49. (In Russian.)

**Received:** March 9, 2020.

**Accepted:** April 21, 2020.

## About the authors

**Inna V. Kharlamenko**, Lecturer of English for Sciences Department, Faculty of Foreign Languages and Area Studies, Lomonosov Moscow State University, Russia; ikharlamenko@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-0340-7311

**Vita V. Vonog**, Candidate of Sciences (Culture Studies), Docent, Head of the Department of Foreign Languages for Engineering, School of Philology and Language Communication, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; vonog\_vita@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0710-2662

## References

1. Denisov I. V., Koretskaya I. A. Studenty setevogo pokoleniya: lateral'nye profili i tsifrovye navyki [Students of Net generation: Lateral profiles and digital skills]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 2, p. 34–41. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-2-34-41

2. Petruneva R. M., Vasilyeva V. D., Petruneva J. V. Tsifrovoe studenchestvo: mify i real'nost' [Digital students: Myths and reality]. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 2019, vol. 28, no. 11, p. 47–55. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-11-47-55

3. Yarotskaya L. V. Internatsionalizatsiya professional'noj podgotovki spetsialista: ot obosnovaniya printsipa k obrazovatel'noj praktike [Internationalization of non-linguists' vocational training: From substantiating the principle to its application]. *Vestnik MGLU. Obrazovanie i pedagogicheskie nauki — Vestnik of Moscow State Linguistic University. Education and Teaching*, 2019, no. 1, p. 80–91. (In Russian.) Available at: [http://www.vestnik-mslu.ru/Vest/1\\_830.pdf](http://www.vestnik-mslu.ru/Vest/1_830.pdf)

4. Kushnir M. E., Rabinovich P. D., Khranov Yu. E., Zavedenskiy K. E. Obrazovatel'naya logistika v tsifrovoj shkole [The education logistic in digital school]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 9, p. 5–11. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-9-5-11

5. Udalov S. R., Petrova N. V. Model' IKT-nasyshhennoj sredy obucheniya inostrannomu yazyku na osnove sotsial'nogo konstruktivizma [A model of an ICT-rich learning environment

for a foreign language based on social constructivism]. *Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informatsionnykh tekhnologij — Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies*, 2019, no. 2, p. 30–35. (In Russian.) Available at: <http://sano.ru/magazine/N30/pages/30-35.pdf>

6. Vonog V. V. Evropejskij yazykovoj portfel' kak ehfektivnyj instrument kontrolya obuchennosti inostrannomu yazyku [European language portfolio as an effective tool of assessment used in teaching a foreign language]. *Zhurnal SFU. Gumanitarnye nauki — Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 2018, vol. 11, no. 10, p. 1711–1728. DOI: 10.17516/1997-1370-0328

7. Leushina I. V., Leushin I. O. Inostrannyj yazyk i individualizatsiya podgotovki studentov: realii, trendy, varianty [Foreign language and individualization of student training: Realities, trends, options]. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 2019, vol. 28, no. 3, p. 147–154. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-3-147-154

8. Rozina I. N. Teoriya i praktika obucheniya pedagogicheskoj kommunikatsii v obrazovatel'noj informatsionno-kommunikatsionnoj srede: avtoref. dis. ... d-ra ped. nauk. [Theory and practice of teaching pedagogical communication in the educational information and communication environment. Dr. ped. sci. diss. author's abstract]. Moscow, 2005. 50 p. (In Russian.)

9. Skinner B. F. The control of human behavior. *Cumulative record*. New York, Appleton-Century-Crofts, 1961, p. 18–23.



10. Tsaraphkina Ju. M., Dunaeva N. V., Kireicheva A. M. Application of BYOD technology in education on the example of Lecture Racing mobile application. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 9, p. 56–64. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-9-56-64
11. Minin M. G., Shaykina O. I. Implementatsiya informatsionnykh BYOD-razrabotok v protsesse obucheniya inostrannomu yazyku [Implementation of information BYOD-developments in the process of teaching a foreign language]. *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika ehlektronno obucheniya. Materialy III Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [Informatization of education and e-learning methodology. Proc. 3rd Int. Scientific Conf.]*. Krasnoyarsk, SFU, 2019, p. 238–243. (In Russian.)
12. Sukhushina M. N., Gmyr V., Tarabukin I. I., Egelskaya V. A. Osnovnye preimushhestva chat-botov [Key benefits of chatbots]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy — Bulletin of Modern Research*, 2019, no. 1.13, p. 75–76. (In Russian.)
13. Oskin A. F., Oskin D. A. Chat-boty i ikh primeneniye v uchebnom protsesse [Chatbots and their application in the educational process]. *Informatsionnyy byulleten' assotsiatsii "Istoriya i komp'yuter" — "History and Computer" Association Newsletter*, 2018, no. 47, p. 166–167. (In Russian.)
14. Stefanova N. A., Osipov A. A. Povysheniye ehffektivnosti vzaimodejstviya vuza so studentami posredstvom chat-bota [Improving the effectiveness of interaction between the university and students through the chat bot]. *Aktual'nye voprosy sovremennoj ehkonomiki v global'nom mire — Actual Issues of the Modern Economy in the Global World*, 2018, no. 8, p. 248–251. (In Russian.)
15. Baldina N. V., Bortnikov R. O., Redozubova D. S., Mishlanova S. L. Chat-bot kak chast' obrazovatel'noj rechevoj sredy [The creation of a linguistic resource for chat bot in the process of designing educational speech environment]. *Aktual'nye problemy izucheniya inostrannykh yazykov i literatury. Sbornik statej molodykh uchenykh [Actual problems of the study of foreign languages and literature. Collection of articles by young scientists]*. Perm, PSU, 2018, p. 300–305. (In Russian.)
16. Kvashchuk M. E., Shilova S. A. Iz opyta sozdaniya i ispol'zovaniya leksicheskogo trenazhyora "Hangbot" v ramkakh prepodavaniya inostrannogo yazyka v vuze [From the experience of creating and using the vocabulary simulator "Hangbot" in the framework of teaching a foreign language at a university]. *Yazykovye i kul'turnye kontakty: lingvisticheskij i lingvodidakticheskij aspekty. Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Linguistic and cultural contacts: Linguistic and linguodidactic aspects. Proc. 3rd Int. Scientific and Practical Conf.]*. Saratov, Saratovskij istochnik, 2018, p. 288–292. (In Russian.)
17. Baldina N. V., Bortnikov R. O., Peysakhovich A. D., Redozubova D. S. Lingvodidakticheskie aspekty primeneniya gotovykh chat-botov v obuchenii IYA [Lingo-didactic aspects of existing chatbots application in foreign language teaching]. *Matematika i mezhdistsiplinarnye issledovaniya — 2019. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem [Mathematics and Interdisciplinary Studies – 2019. Proc. All-Russ. scientific-practical conf. of young scientists with international participation]*. Perm, PSU, 2019, p. 60–63. (In Russian.) Available at: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/mmi-2019.pdf>
18. Zilberman N. N. Ispol'zovanie tekhnologij chat-robotov pri formirovani govoreniya v prepodavanii inostrannogo yazyka. Na primere russkogo yazyka kak inostrannogo nachal'nogo ehtapa obucheniya [Use of technologies the chat-robots at formation speaking skills in teaching foreign language. On the example of Russian as foreign initial stage of training]. *Gumanitarnaya informatika — Humanitarian Informatics*, 2007, no. 3, p. 110–116. (In Russian.) Available at: [http://journals.tsu.ru/huminf/&journal\\_page=archive&id=1165&article\\_id=19267](http://journals.tsu.ru/huminf/&journal_page=archive&id=1165&article_id=19267)
19. Titova S. V., Kharlamenko I. V. Metod sovmestnogo napisaniya esse i ikh vzaimnogo otsenivaniya pri obuchenii pis'menno-rechevym umeniyam [The method of the combined essay writing and its mutual assessment in teaching writing and speech skills]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 19. Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikatsiya — Bulletin of Moscow University. Series 19. Linguistics and Intercultural Communication*, 2017, no. 3, p. 26–40. (In Russian.)
20. Whitelock D. Activating assessment for learning: Are we on the way with Web 2.0? *Web 2.0-Based-E-Learning: Applying social informatics for tertiary teaching*. Hershey, IGI Global, 2011, p. 319–342. DOI: 10.4018/978-1-60566-294-7.ch017
21. Sysoev P. V., Merzlyakov K. A. Metodika obucheniya pis'mennoj rechi studentov napravleniya podgotovki "Mezhdunarodnye otnosheniya" na osnove metoda retsenzirovaniya [Methods of teaching written language to students of the international relations training direction based on the peer-review method]. *Yazyk i kul'tura — Language and Culture*, 2016, no. 2, p. 195–206. (In Russian.) DOI: 10.17223/19996195/34/15
22. Smolyaninova O. G. Tekhnologiya e-portfolio i open badges v demonstratsii i priznanii obrazovatel'nykh rezul'tatov v techenie vsej zhizni [eportfolio and open badges for presentation and open recognition of lifelong learning outcomes]. *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika ehlektronno obucheniya. Materialy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [Informatization of education and e-learning methodology. Proc. 2nd Int. Scientific Conf.]*. Krasnoyarsk, SFU, 2018, p. 57–61. (In Russian.) Available at: <https://research.sfu-kras.ru/publications/publication/35590484>
23. Krashennnikova L. V., Zakharov K. P. Primeneniye metodik kollektivnoj organizatsionnoj formy obucheniya v tsifrovoj obrazovatel'noj srede [Application of methods of a collective organizational form of training in a digital educational environment]. *Sibirskiy pedagogicheskij zhurnal — Siberian Pedagogical Journal*, 2019, no. 6, p. 56–68. (In Russian.) DOI: 10.15293/1813-4718.1906.05
24. Whitelock D., Watt S. Reframing e-assessment: adopting new media and adapting old frameworks. *Learning, Media and Technology*, 2008, vol. 33, is. 3, p. 151–154. DOI: 10.1080/17439880802447391
25. Korenev A. A. Obratnaya svyaz' v obuchenii i pedagogicheskom obshhenii [Feedback in learning, teaching and educational communication]. *RHEMA. REMA — Rhema*, 2018, no. 2, p. 112–127. (In Russian.)

# ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ: МИНИМИЗАЦИЯ ВЛИЯНИЯ НА ОТВЕТЫ ПОМОЩЬЮ ИНТЕРНЕТА

А. С. Сидоренко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
190000, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67

## Аннотация

Цель описываемой в статье работы заключалась в исследовании принципов формирования контрольных вопросов для удаленного тестирования студентов в системах дистанционного обучения Moodle и Blackboard — таким образом, чтобы максимально снизить возможности тестируемых воспользоваться помощью поисковых запросов в интернете. Проанализированы основные тенденции в ответах студентов вуза в зависимости от типов контрольных вопросов, их формулировок и связи с доступностью лекционного материала. На примере дистанционного электронного тестирования по дисциплине «Физическая культура» студентов третьего курса вуза выявлено, что наибольшие проблемы у тестируемых возникают с вопросами на логику, а не с вопросами на точные знания, ответы на которые легко найти в лекционных материалах. Выявлено, что подавляющее большинство студентов при поиске ответов на вопросы ограниченного по времени теста ориентируются не на собственные знания, а на находящиеся в тексте вопроса слова-маркеры, по которым создают собственные поисковые запросы в тексте лекции или в сети Интернет. При этом явно выделяется часть опрашиваемых, которая не анализирует выдаваемую информацию, а просматривает ее довольно поверхностно и старается выбрать из возможных вариантов ответа тот, который находится ближе к слову-маркеру. На основании проведенных исследований и опыта работы в среде LMS в статье даются практические рекомендации для преподавателей по грамотному созданию контрольных заданий и эффективному управлению статистикой ответов, которые позволят более объективно оценивать знания студентов по различным учебным дисциплинам.

**Ключевые слова:** система дистанционного обучения, LMS, Moodle, Blackboard, компьютерное тестирование, способы постановки вопросов, типы вопросов, поисковые запросы, интернет, студенты вузов.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-50-55

## Для цитирования:

Сидоренко А. С. Оптимизация компьютерного тестирования студентов: минимизация влияния на ответы помощи интернета // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 50–55.

**Статья поступила в редакцию:** 13 января 2020 года.

**Статья принята к печати:** 19 мая 2020 года.

## Сведения об авторе

Сидоренко Александр Сергеевич, канд. пед. наук, доцент кафедры физической культуры и спорта, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия; sidspsb@list.ru; ORCID: 0000-0002-1563-5047

## 1. Актуальность проблемы создания механизмов тестирования для более точной оценки знаний студентов по различным дисциплинам

В настоящее время системы дистанционного обучения (*англ.* learning management system, LMS — система управления обучением) широко внедряются в образовательный процесс практически во всех высших учебных заведениях. Одна из наиболее распространенных таких систем — Moodle, которая позволяет преподавателям дозированно по времени предоставлять студентам учебный материал и проводить удаленное тестирование знаний обучающихся. К большому сожалению, при этом мало кто из педагогов задумывается о том, как грамотно составить перечень контрольных вопросов, чтобы действительно объективно проверить уровень подготовки студентов. Специфика современного образования состоит в том, что лучшим другом студента является смартфон, который всегда готов прийти на помощь

и который практически никогда не подводит. Поэтому при каждом дистанционном прохождении тестов, даже с жестким ограничением по времени, на любой прямой вопрос, ответ на который можно найти в интернете или по поиску в электронной версии лекции, студент даст правильный ответ и в итоге получит хорошую оценку. Ситуация удобная как для преподавателя, так и для студента. Будет ли при этом студент действительно обладать необходимыми знаниями по данному предмету? Вряд ли.

Конечно, в некоторых учебных заведениях создают автономные серверы тестирования, используют специальное программное обеспечение или заставляют студентов проходить испытания в отдельных аудиториях под внешним контролем, но в большинстве случаев работа студентов проходит в домашних условиях со своих персональных электронных устройств.

А, как показывает практика, многие молодые люди настолько отвыкли думать, что любой вопрос, требующий логического мышления, вопрос, на который нет прямого ответа, сразу вводит испытуемого в ступор. Поэтому, для того чтобы заставить опра-

шиваемого думать, логически мыслить и вспоминать пройденный лекционный материал, педагог должен так формулировать задаваемые вопросы и применять такие механизмы тестирования, которые не позволяют студенту надеяться только на постороннюю помощь [1–4].

## 2. Результаты эксперимента по составлению опросников для тестирования студентов

Для того чтобы проверить качество ответов студентов в зависимости от формулировки и типа задаваемого вопроса нами был проведен эксперимент, участниками которого стали студенты третьего курса экономического факультета Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения в количестве 217 человек из 12 учебных групп. Тестирование студентов проводилось по теме «История зарождения физических упражнений» в рамках лекционного курса по дисциплине «Физическая культура» (для составления вопросов использовались источники [5–10]). Студентам предлагалось в системе LMS Moodle за 15 минут ответить на 15 случайных вопросов. Согласно общепринятым критериям эффективности контроля и оценивания педагогических измерений [11–13], для каждой учебной группы одни и те же вопросы формулировались по-разному — от требующего прямого ответа до требующего ответа с использованием логического мышления и общих знаний, таким образом, чтобы в контрольный тест каждой группы были включены «легкие», «средней сложности» и «сложные», на наш взгляд, вопросы. При этом в домашних условиях студенты могли как пользоваться интернетом, так и просматривать файл с лекцией в формате .pdf.

**Рассмотрим несколько наиболее характерных примеров зависимости успешности ответов опрашиваемых от поисковых запросов и выявим общие тенденции.**

**Вопрос 1** (тип — «множественный выбор с одним вариантом ответа»).

В лекции содержится следующий текст:

*«Первые Античные Олимпийские игры состоялись в 776 г. до н. э. Первым олимпийским чемпионом древности стал Корэб из Элиды».*

На вопрос:

*«В каком году до н. э. состоялись I Античные Олимпийские игры? (667, 677, 766, 776)»*

правильно ответили **100 %** опрошенных (43 человека).

Когда же вопрос был задан по-другому:

*«В 1988 году в Калгари поставили памятник первому чемпиону Античных Олимпийских игр Корэбу Элидскому. Через сколько лет после его победы это произошло? (776, 1212, 1417, 2764)»*,

правильно на него смогли ответить только 37 студентов из 62 (**59,7 %**). 12 респондентов выбрали ответ 1212, что можно списать на непонимание летоисчисления

«до и после нашей эры» или невнимательность, три человека — 1417, и 10 человек выбрали наименее логичный ответ 776. По нашему предположению, испытуемые, задавая в поиске по материалу лекции словосочетание «Корэб Элидский», просто видели рядом с ним число 776 и выбирали его в качестве правильного ответа.

Для того чтобы проверить наши предположения, мы изменили структуру лекционного материала, переставив предложение: *«Первым олимпийским чемпионом древности стал Корэб из Элиды»* в другой раздел лекции на другую страницу сразу после предложения: *«Олимпийский праздник повторялся через каждые 1417 дней»*, и задали тот же самый вопрос. В данном случае правильный ответ дали 34 человека из 54 (**62,9 %**), при этом число 1417 выбрали 12 испытуемых, а число 776 — только двое.

**Вывод:** проанализировав ответы студентов на 17 вопросов, мы выяснили что **22–24 %** опрашиваемых выбирают ответы по ближайшим маркерам в тексте, а не по логике и знаниям.

**Вопрос 2** (тип — «множественный выбор с одним вариантом ответа»).

В лекции содержится следующий текст:

*«Особой популярностью у племен Майя пользовалась игра, в процессе которой игроки забрасывали тяжелый каучуковый мяч в каменное кольцо в стене».*

На вопрос:

*«У каких народов в древности была популярна игра, в которой требовалось забросить каучуковый мяч в каменное кольцо в стене? (Каро, Майя, Масаи, Нуба)»*

правильно ответили **96 %** опрошенных (49 из 51 человека).

При изменении формулировки вопроса на следующую:

*«У каких народов в древности была популярна эта игра?»*

с добавлением соответствующей картинки и с такими же вариантами ответа правильный ответ дали только 22 из 36 опрошенных (**61,1 %**).

А когда еще усложнили вопрос:

*«На территории каких современных стран в древности была популярна игра, которую вы видите на картинке? (Белиз, Ботсвана, Бруней, Бугенвиль)»*,

процент правильных ответов снизился до **30 %** (12 из 40), т. е. практически до балла случайного угадывания.

**Вывод:** большинство опрашиваемых испытывают сложности, когда видят в вопросе не встречающиеся в тексте лекции слова или изображения, и с большим трудом выстраивают логические цепочки первого-второго уровней.

**Вопрос 3** (тип — «верно-неверно»).

В лекции содержится следующий текст:

*«Правила Античных Олимпийских игр не допускали к участию в соревнованиях женщин».*



На вопрос:

*«Верно ли утверждение: “Правила Античных Олимпийских игр не допускали к участию в соревнованиях женщин”?»*

с первой попытки ответили **100 %** опрошенных (42 человека).

При изменении формулировки на следующую:

*«Верно ли утверждение: “Правила Античных Олимпийских игр допускали к участию в соревнованиях женщин”?»*

из тех же опрошенных во второй попытке теста 12 человек (**26 %**) ответили неправильно. При этом в другой группе опрошенных — тех, кто видел этот вопрос впервые, из 31 человека 28 ответили правильно (**90 %**).

**Вывод:** по 18 подобным заданиям замечено, что многие студенты читают вопрос поверхностно, крайне невнимательны к деталям (особенно с частицей «не»), а при повторении вопроса в тесте вспоминают свои предыдущие ответы (эффект запоминания).

**Вопрос 4** (тип — «множественный выбор с одним вариантом ответа»).

Целью данного задания было определить предпочтение студентов при ответе между информацией из интернета и поиском в тексте лекции.

В тексте лекции содержится следующая запись:

*«Бег на два стадия на Античных Олимпийских играх назывался диаул».*

При этом в сети Интернет дается другое название — *диаулос*.

На вопрос:

*«Как назывался бег на два стадия на Античных Олимпийских играх? (диалий, диаул, диаулос)»*

из 88 опрошенных 53 выбрали вариант лекции (**60 %**), 33 (**38 %**) — интернета.

**Вывод:** имея на руках готовые лекционные материалы, при ответах на вопросы в среднем два из пяти студентов пытаются находить нужную информацию в интернете.

### 3. Рекомендации по составлению опросников для тестирования студентов

По результатам нашего исследования и опыта составления опросников для студентов можно выделить следующие **важные моменты, на которые должен обратить внимание преподаватель при разработке контрольных вопросов для теста:**

1. Преподаватель не должен создавать прямые вопросы, ответы на которые можно найти в интернете или в текстах лекций. Это касается вопросов всех типов, в том числе вопросов типа «короткий ответ», когда испытуемый должен самостоятельно вводить значение в поле ввода. Тестирующий должен творчески подходить к формулировке задания и четко понимать, чего он хочет добиться от опрашиваемого.

2. Если есть возможность использовать в вопросах изображения или вопросы типа «перетаскивание маркеров» («быстрые переходы»), то это наилучший

способ заставить испытуемого выполнять задание самостоятельно.

3. Также побудить испытуемого к логическому мышлению рекомендуется с помощью заданий «на соответствие» или «с запросом ранжирования», когда испытуемые должны сопоставлять какие-либо предметы, объекты или их свойства. В этом случае студенту также сложно воспользоваться посторонней помощью и из-за большого количества информации сформировать поисковый запрос. Однако следует учитывать, что данное задание более трудоемкое и на него должно отводиться больше времени, чем на обычный вопрос. Многие студенты жалуются, что не успевают отвечать на задания «на соответствие» и на вопросы, требующие вычислений.

4. Вопросы типа «верно-неверно», несмотря на то что вероятность «угадывания» в них составляет 50 %, заставляют студентов, по нашим наблюдениям, больше самостоятельно думать и анализировать, чем когда они вынуждены выбирать из нескольких вариантов ответа. При заданиях одинаковой сложности в среднем процент правильных ответов на них оказывается на 5–7 % ниже, чем в вопросах типа «множественный выбор». Но для этого формулировка задания не должна повторять готовых предложений из текста.

5. Задания типа «множественный выбор с выбором нескольких вариантов ответов» практически полезны, однако они наиболее проблемные для опрашиваемых, так как студенты невнимательны, поэтому часто в таких вопросах выбирают только один вариант ответа. Именно вопросы этого типа, по нашей статистике, содержат наибольший процент неверных или частично неверных ответов. Перед началом прохождения теста следует обращать на это внимание опрашиваемых.

6. Для того чтобы итоговая оценка за тест представляла целое число, без дробной части, вместо заданий типа «множественный выбор с выбором нескольких вариантов ответов» рекомендуется использовать вопросы типа «всё или ничего».

7. Настраивать программу нужно таким образом, чтобы все вопросы теста и ответы выдавались в случайной последовательности. Особенно это относится к системе Blackboard, в которой после загрузки на сервер банка вопросов необходимы дополнительные настройки каждого задания. В противном случае, студенты при прохождении следующих попыток будут давать ответы, основываясь на своей зрительной памяти.

8. Любой тест должен включать вопросы разного уровня сложности, чтобы у более слабых студентов была возможность получить удовлетворительную оценку.

9. После окончания тестирования испытуемые должны знать свои баллы, но не свои ошибки в конкретных вопросах.

10. Перед прохождением серьезных экзаменационных тестов рекомендуется предложить испытуемому решить пробный тест, состоящий из нескольких вопросов, аналогичных тем, которые будут в основ-



ном тесте. Это поможет студентам адаптироваться к среде тестирования и типам заданий.

Однако сформировать контрольный вопрос так, чтобы снизить возможность для студентов воспользоваться помощью поисковых запросов и грамотно подобрать ответы, — это только половина дела. В процессе прохождения теста и после его окончания педагог должен анализировать его результаты — как в целом, так и по каждому отдельному вопросу, — чтобы в дальнейшем произвести необходимые корректировки [14]. По нашим наблюдениям, к сожалению, почти никто из тестирующих этого не делает, т. е. однократно созданные опросники не изменяются и не обновляются. В этом случае в тесте:

- во-первых, обязательно присутствуют слишком легкие и слишком сложные вопросы;
- во-вторых, возможны вопросы с ошибками — как грамматическими, так и технологическими (например, неправильно определен верный ответ, отсутствие рисунка и т. д.);
- в-третьих, при недостаточно большой выборке в банке вопросов сами вопросы и ответы на них быстро становятся известны как самому студенту при повторной сдаче теста, так и другим испытуемым.

Вот почему серьезные контрольные тесты, охватывающие большую аудиторию, должны быть «живыми» и лабильными. Moodle, Blackboard и другие серьезные системы компьютерного тестирования обладают широкими возможностями по статистической обработке как результатов всего теста, так и отдельных вопросов. Любой тестирующий должен осуществлять текущий, этапный и итоговый контроль качества теста. Согласно общим педагогическим рекомендациям, любой тест, успешно пройденный с первой попытки менее чем 25 % и более чем 90 % опрошенных, считается неудачным [15, 16]. В первом случае опросник является или слишком сложным и непонятным для студентов, или имеет неоправданные ограничения по времени и нуждается в переработке. Второй случай является более уникальным и зависит от состава обучаемых, структуры вопросов и целей тестирования, но при этом тестирующему все равно следует задуматься об усложнении теста.

Что касается каждого отдельного вопроса, то **основными показателями статистики, на которые следует обращать внимание, являются:**

- **Индекс легкости** — процент студентов, правильно ответивших на вопрос. Любой вопрос должен находиться в диапазоне сложности от 20 до 80 % правильных ответов. Слишком простые и слишком сложные вопросы необходимо исключать из теста или усовершенствовать [17, 18].
- **Стандартное отклонение** — разброс значений оценок за данный вопрос. Если этот показатель равен нулю или очень низкий, то все (практически все) опрашиваемые выбрали один ответ. Согласно педагогической теории измерений, вопросы со стандартным откло-

нением меньше 0,3 свидетельствуют о недостаточной дифференцирующей способности задания, и их следует исключать из теста. Во многих вопросах присутствует один или несколько ответов, которые не выбираются в качестве правильных никем из опрашиваемых. Такие ответы являются «мусорными», они только засоряют вопросник и облегчают выбор тестируемого. Планируя вопрос, следует так подбирать перечень ответов, чтобы каждый из них для респондента мог показаться правильным [19].

- **Индекс дискриминации** отражает взаимосвязь данного вопроса и остальных вопросов теста. Высокое положительное значение индекса означает, что студенты, которые правильно ответили на данный вопрос, успешно пройдут весь тест в целом. Низкие и отрицательные значения индекса указывают на то, что данный вопрос неудачен и требует замены [20, 21].

## 4. Выводы

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что создание качественного теста по любой учебной дисциплине во всех системах дистанционного обучения возможно только при творческой работе преподавателя, а не путем простого подбора вопросов и ответов. В процессе создания контрольных заданий педагог должен ставить себя на место тестируемого, что поможет ему лучше понять принципы возможных ответов, а по мере прохождения тестирования обучаемыми — исследовать статистику и вносить в задания необходимые правки. Только в этом случае можно добиться максимально объективного контроля качества знаний, а студенты после нескольких неудачных попыток начнут понимать, что положительные оценки за тест невозможны без предварительного изучения лекционного материала, и станут вести более серьезную качественную подготовку к контрольным испытаниям.

### Список использованных источников

1. Крокер Л., Алгина Д. Введение в классическую и современную теорию тестов. М.: Логос, 2010. 667 с.
2. Корякина А. Н., Кудельская И. А., Петрова Е. В. Методика создания и использования электронных образовательных ресурсов (программная среда Blackboard Learn). Петрозаводск: ПетрГУ, 2015. 60 с.
3. Овчаренков Э. А. Методика применения тестирования как одного из видов контроля и проверки знаний студентов вузов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 97. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14967>
4. Технологии оценивания результатов образовательного процесса в вузе в контексте компетентностного подхода. М., Берлин: Директ-Медиа, 2017. 126 с. [https://www.directmedia.ru/book\\_471834\\_tehnologii\\_otseivaniya\\_rezultatov\\_obrazovatel'nogo\\_protsessa\\_v\\_vuze\\_v\\_kontekste\\_kompetentnost/](https://www.directmedia.ru/book_471834_tehnologii_otseivaniya_rezultatov_obrazovatel'nogo_protsessa_v_vuze_v_kontekste_kompetentnost/)
5. Голощапов Б. Р. История физической культуры и спорта. М.: Академия, 2001. 312 с.
6. Мельникова Н. Ю., Трескин А. В. История физической культуры и спорта. М.: Советский спорт, 2013. 392 с.

7. Пельменев В. К., Конеева Е. В. История физической культуры. Калининград: Калининградский государственный университет, 2000. 185 с.

8. Кузищин В. И., Маяк И. Л., Гвоздева И. А., Ершова Г. Г. История Древнего Рима. М.: Высшая школа, 2002. 383 с.

9. Joung D. C. A brief history of the Olympic Games. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 178 p.

10. Сидоренко А. С. Лекционный курс по дисциплине «Физическая культура». <https://lms.guap.ru/new/enrol/index.php?id=99>

11. Коржик И. А., Протасова А. П., Толстобров А. П. Тестовая система Moodle и качество тестовых заданий // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2012. № 8. С. 187–196.

12. Васильев В. И., Киричук А. А., Тягунова Т. Н. Требования к программно-дидактическим тестовым материалам и технологиям компьютерного тестирования. М.: МГУП, 2005. 27 с.

13. Syed M. R. Methods and applications for advancing distance education technologies: International issues and solutions. Minnesota: IGI Global, 2009. 434 p.

14. Григорьева Е. Г., Трубина М. А., Черемных А. В. Проблемы и решения компьютерного тестирования // Учёные записки РГГМУ. 2010. № 14. С. 187–198.

15. Майоров А. Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. М.: Интеллект-Центр, 2002. 298 с.

16. Сиренко С. Н. Тестирование в системе методов контроля и оценки знаний в современном вузе // Инновационные образовательные технологии. 2010. № 2. С. 44–51.

17. Анисимов А. М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Харьков: ХНАГХ, 2009. 292 с.

18. Wild I. Moodle 3.x Developer's Guide. Birmingham: Packt Publishing, 2017. 272 p.

19. Красильникова В. А. Теория и технологии компьютерного обучения и тестирования. М.: Дом педагогики, 2009. 335 с.

20. Белозубов А. В., Николаев Д. Г. Система дистанционного обучения Moodle. СПб.: ИТМО, 2007. 108 с.

21. Нестеров С. А., Сметанина М. В. Оценка качества тестовых заданий средствами среды дистанционного обучения Moodle // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2013. № 5. С. 87–92. <https://infocom.spbstu.ru/article/2013.35.12/>

## OPTIMIZATION OF COMPUTER TESTING OF STUDENTS: MINIMIZING THE IMPACT OF INTERNET ON RESPONSES

A. S. Sidorenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
190000, Russia, Saint-Petersburg, ul. Bolshaya Morskaya, 67

### Abstract

The purpose of the work described in the article was to study the principles of forming control questions for distance testing of students in LMS Moodle and Blackboard in such a way as to minimize the ability of test takers to use the help of search queries on the Internet. The main trends in the responses of university students are analyzed depending on the types of control questions, their wording and the relationship with the availability of lecture material. The distance electronic testing of 3rd year students of university in the discipline “Physical Culture” revealed that the greatest problems for test takers arise with questions on logic, and not on exact knowledge, the answers to which are easily found in lecture material. It was revealed that the vast majority of students when searching for answers to questions of a time-limited test are guided not by their own knowledge, but by marker words in the question text, which they create their own search queries in the text of the lecture or on the Internet. At the same time, a part of the respondents is clearly distinguished, which does not analyze the information provided, but looks at it rather superficially and tries to choose the one that is closer to the marker word from the possible answers. Based on the research and experience in the LMS environment, the article gives practical recommendations for teachers on the competent creation of control tasks and the effective management of response statistics, which will allow more objective assessment of students’ knowledge in various academic disciplines.

**Keywords:** distance learning system, LMS, Moodle, Blackboard, computer testing, ways of asking questions, types of questions, search queries, Internet, university students.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-50-55

### For citation:

Sidorenko A. S. Optimizatsiya komp'yuternogo testirovaniya studentov: minimizatsiya vliyaniya pomoshhi interneta na otvety [Optimization of computer testing of students: Minimizing the impact of Internet on responses]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 5, p. 50–55. (In Russian.)

Received: January 13, 2020.

Accepted: May 19, 2020.

### About the author

Alexander S. Sidorenko, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Physical Culture and Sports, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Russia; sidspb@list.ru; ORCID: 0000-0002-1563-5047

## References

1. Crocker L., Algina D. Vvedenie v klassicheskuyu i sovremennuyu teoriyu testov [Introduction to classic and modern test theory]. Moscow, Logos, 2010. 667 p. (In Russian.)

2. Koryakina A. N., Kudelskaya I. A., Petrova E. V. Metodika sozdaniya i ispol'zovaniya ehlektronnykh obrazovatel'nykh resursov (programmnyaya sreda Blackboard Learn) [Methodology for creating and using electronic educational

resources (Blackboard Learn software environment)]. Petrozavodsk, PetrSU, 2015. 60 p. (In Russian.)

3. Ovcharenkov E. A. Metodika primeneniya testirovaniya kak odnogo iz vidov kontrolya i proverki znaniy studentov vuzov [Method of application testing as one of the types of inspection and testing the knowledge of students]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya — Modern Problems of Science and Education*, 2014, no. 5, p 97. (In Russian.) Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14967>

4. *Tekhnologii otsenivaniya rezul'tatov obrazovatel'nogo protsessa v vuze v kontekste kompetentnogo podkhoda* [Technologies for assessing the results of the educational process in a university in the context of a competency-based approach]. Moscow, Berlin, Direkt-Media, 2017. 126 p. (In Russian.) Available at: [https://www.directmedia.ru/book\\_471834\\_tekhnologii\\_otseivaniya\\_rezultatov\\_obrazovatel'nogo\\_protsesta\\_v\\_vuze\\_v\\_kontekste\\_kompetentnost/](https://www.directmedia.ru/book_471834_tekhnologii_otseivaniya_rezultatov_obrazovatel'nogo_protsesta_v_vuze_v_kontekste_kompetentnost/)
5. *Goloshchapov B. R. Istoriya fizicheskoy kul'tury i sporta* [History of physical culture and sports]. Moscow, Akademiya, 2001. 312 p. (In Russian.)
6. *Melnikova N. Yu., Treskin A. V. Istoriya fizicheskoy kul'tury i sporta* [History of physical culture and sports]. Moscow, Sovetskij sport, 2013. 392 p. (In Russian.)
7. *Pelmenev V. K., Koneeva E. V. Istoriya fizicheskoy kul'tury* [The history of physical education]. Kaliningrad, Kaliningrad State University, 2000. 185 p. (In Russian.)
8. *Kuzishchin V. I., Mayak I. L., Gvozdeva I. A., Ershova G. G. Istoriya Drevnego Rima* [History of Ancient Rome]. Moscow, Vysshaya shkola, 2002. 383 p. (In Russian.)
9. *Joung D. C. A brief history of the Olympic Games*. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 178 p.
10. *Sidorenko A. S. Lektsionnyj kurs po distsipline "Fizicheskaya kul'tura"* [Lecture course in the discipline "Physical Culture"]. (In Russian.) Available at: <https://lms.guap.ru/new/enrol/index.php?id=99>
11. *Korzhih I. A., Protasova A. P., Tolstobrov A. P. Testovaya sistema Moodle i kachestvo testovykh zadaniy* [Moodle test system and quality of test items]. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie — Modern Information Technologies and IT-Education*, 2012, no. 8, p. 187–196. (In Russian.)
12. *Vasiliev V. I., Kirinyuk A. A., Tyagunova T. N. Trebovaniya k programmno-didakticheskim testovym materialam i tehnologiyam komp'yuternogo testirovaniya* [Requirements for didactic test materials and computer testing technologies]. Moscow, MSUPA, 2005. 27 p. (In Russian.)
13. *Syed M. R. Methods and applications for advancing distance education technologies: International Issues and Solutions*. Minnesota: IGI Global, 2009. 434 p.
14. *Grigoryeva E. G., Trubina M. A., Cheremnykh A. V. Problemy i resheniya komp'yuternogo testirovaniya* [Problems and solutions of computer testing]. *Uchyonye zapiski RGGMU — Scientific notes of the RSHU*, 2010, no. 14, p. 187–198. (In Russian.)
15. *Mayorov A. N. Teoriya i praktika sozdaniya testov dlya sistemy obrazovaniya* [Theory and practice of creating tests for the education system]. Moscow, Intellect-Tsentr, 2002. 298 p. (In Russian.)
16. *Sirenko S. N. Testirovanie v sisteme metodov kontrolya i otsenki znaniy v sovremennom vuze* [Testing in the system of methods of control and assessment of knowledge in a modern university]. *Innovatsionnye obrazovatel'nye tehnologii — Innovative Educational Technologies*, 2010, no. 2, p. 44–51. (In Russian.)
17. *Anisimov A. M. Rabota v sisteme distantsionnogo obucheniya Moodle* [Work in the distance learning system Moodle]. Kharkov, O.M. Beketov NUUE, 2009. 292 p. (In Russian.)
18. *Wild I. Moodle 3.x Developer's Guide*. Birmingham: Packt Publishing, 2017. 272 p.
19. *Krasilnikova V. A. Teoriya i tehnologii komp'yuternogo obucheniya i testirovaniya* [Theory and technology of computer training and testing]. Moscow, Dom pedagogiki, 2009. 335 p. (In Russian.)
20. *Belozubov A. V., Nikolaeov D. G. Sistema distantsionnogo obucheniya Moodle* [Moodle distance learning system]. Saint Petersburg, ITMO, 2007. 108 p. (In Russian.)
21. *Nesterov S. A., Smetanina M. V. Otsenka kachestva testovykh zadaniy sredstvami sredey distantsionnogo obucheniya Moodle* [Quality measurement of the test tasks in the Learning Management System Moodle]. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Informatika. Telekommunikatsii. Upravlenie — St. Petersburg Polytechnical University Journal. Computer Science. Telecommunication and Control Systems*, 2013, no. 5, p. 87–92. (In Russian.) Available at: <https://infocom.spbstu.ru/article/2013.35.12/>

## НОВОСТИ

### В России создали искусственный интеллект, развивающий навыки мышления

Уникальную компьютерную игру, позволяющую оценивать скорость принятия решений игроком и его способность прогнозировать ситуацию, создали ученые Московского государственного психолого-педагогического университета (МГППУ). По их словам, разработка также послужит специализированным тренажером этих навыков.

Современные методы исследования когнитивных способностей подразумевают не только измерение навыков счета и логического мышления, считают ученые МГППУ: разработанная ими система способна также оценивать качество прогнозов и решений, принимаемых в быстро меняющихся условиях.

В виртуальном пространстве, созданном специалистами университета, игроку противостоит множество активных противников. Их поведение управляется искусственным интеллектом на основе сложного математического алгоритма. Цель игрока — «ликвидировать» всех противников в ограниченном игровом поле.

«Опираясь на теорию марковских случайных процессов и методы нелинейной оптимизации, мы разработали процедуры, позволяющие не просто фиксировать правильность действий испытуемого при решении задач, но и анализировать его поведение», — объяснил заведующий лабораторией количественной психологии центра информационных технологий для психологических исследований факультета информационных технологий МГППУ Павел Думин. По его словам, искусственный интеллект адаптирует игровой процесс под конкретного испытуемого, наблюдая за его стратегией и генерируя ситуации такой сложности, которая даст наиболее подробное представление о реальном уровне развития его навыков.

Авторы отмечают, что игра фактически также является средством проверки и тренажером способностей, необходимых операторам сложных автоматизированных систем — таких, как роботы-саперы или беспилотники воздушного мониторинга.

(По материалам «РИА Новости»)

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО СБОРА ДАННЫХ ОБ ЭМОЦИЯХ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВО ВРЕМЯ ГРУППОВОЙ РАБОТЫ

Р. Б. Куприянов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Московский городской педагогический университет*  
129226, Россия, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4

## Аннотация

Сегодня мировое научное сообщество активно обсуждает вопросы применения искусственного интеллекта в образовании. Одна из наименее изученных технологий, в части ее применения в сфере образования, — компьютерное зрение. Разработка и внедрение интеллектуальных систем на основе алгоритмов анализа видео и машинного обучения предоставляют преподавателям и сотрудникам администрации образовательной организации новые возможности для понимания образовательного процесса и его трансформации. В статье рассматривается применение технологий анализа видео с камер с углом обзора, равным 360 градусам, для сбора данных об эмоциональном состоянии обучающихся во время групповой работы на учебных занятиях. В ходе описываемого исследования было разработано программное решение для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях, которое может быть применено для проведения дальнейших исследований, направленных на изучение влияния эмоционального состояния обучающихся на их образовательные успехи. Результаты исследования могут быть использованы для формирования повестки научных исследований российских вузов в целях реализации задач раздела «Образование и кадры» программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной Правительством Российской Федерации.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация образовательного процесса, искусственный интеллект, компьютерное зрение, видеоанализ, анализ данных, интеллектуальный анализ данных, интеллектуальный анализ образовательных данных.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2020-35-5-56-63

## Для цитирования:

Куприянов Р. Б. Применение технологий компьютерного зрения для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время групповой работы // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 56–63.

**Статья поступила в редакцию:** 23 февраля 2020 года.

**Статья принята к печати:** 19 мая 2020 года.

## Сведения об авторе

Куприянов Роман Борисович, зам. начальника управления информационных технологий, Московский городской педагогический университет, Россия; kupriyanovrb@mgpu.ru; ORCID: 0000-0001-5153-4334

## 1. Введение

Сегодня мировое научное сообщество активно обсуждает вопросы применения искусственного интеллекта в образовании (обзоры обсуждения данной проблемы представлены, в частности, в [1, 2]). Технологии искусственного интеллекта открывают новые возможности для персонализации обучения и построения индивидуальных образовательных траекторий для каждого обучающегося [3]. Примеры использования в образовании технологий такого рода — «умные» образовательные материалы, интеллектуальные системы обучения и виртуальные учебные среды, способные адаптировать материал и процесс обучения под персональные запросы и возможности каждого учащегося [4]. Внедрение искусственного интеллекта в образование позволит лучше понимать дефициты учащегося, быстрее реагировать на его образовательные потребности, автоматически создавать и улучшать содержание образовательных программ, а также будет способствовать повышению вовлеченности обучающегося в образовательный процесс [5]. Ожидается, что влияние искусственного интеллекта на образование существенно возрастет в ближайшие десять лет [6].

В то же время одной из наименее изученных технологий, в части ее применения в сфере образования, является компьютерное зрение. Разработка и внедрение интеллектуальных систем на основе алгоритмов анализа видео и машинного обучения предоставляют преподавателям и сотрудникам администрации образовательной организации новые возможности для понимания и трансформации образовательного процесса.

В настоящей статье рассматривается применение технологий анализа видео с камер с углом обзора, равным 360 градусов, для сбора данных об эмоциональном состоянии обучающихся во время групповой работы на учебных занятиях.

## 2. Цели исследования

Внимательность и вовлеченность обучающегося являются центральной предпосылкой для обучения в классе [7] и играют важную роль в исследовании качества преподавания [8, 9]. Между тем исследователи в области образования и школьные психологи продолжают проводить традиционные личные наблюдения для диагностики поведения учащихся и его модификации. Такие наблюдения требуют обучения,



являются дорогостоящими и трудоемкими и часто ограничиваются продолжительностью в 20–30 минут [10]. При этом методы анализа внимания и эмоций студентов на основе видео в автоматическом режиме остаются неизученными в контексте учебного процесса [11, 12]. В результате исследования, описывающие постоянно измеряемые паттерны внимания и вовлеченности в разных классах и на разных уроках, не проводятся.

Основная цель описываемого в данной статье исследования — изучение возможности применения технологий анализа видео с камер с углом обзора, равным 360 градусам, для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях. Предоставление данной информации преподавателям и исследователям может расширить возможности для индивидуализации обучения и стать основой для трансформации обратной связи как для обучающегося, так и для преподавателя [13, 14]. Анализ эмоционального состояния может быть использован для помощи экспертам при проведении оценивания обучающихся.

Дополнительной целью исследования является разработка алгоритмов и программного решения для сбора данных об эмоциональном состоянии обучающихся во время учебных занятий.

### 3. Сопутствующие работы

Проблема автоматизированного сбора и анализа данных о поведении обучающихся во время учебных занятий волнует ученых во всем мире. При этом большинство работ направлены на изучение внимания и вовлеченности и не исследуют эмоции обучающихся.

Так, в исследовании J. Bidwell и H. Fuchs, представленном в статье [10], авторы проводили обучение классификатора вовлеченности студента, отмечая наблюдения во время анализа видеоматериалов с занятий. Эксперты поминутно оценивали действия выбранных обучающихся, что позволило им сформировать стандарты для классификации поведения обучающегося в учебном процессе.

A. M. Aung и др. [15] предлагают использовать нейронные сети для анализа деятельности обучающихся непосредственно в процессе проведения занятия. Авторы считают, что автоматическое отслеживание взгляда может облегчить сбор данных для большого объема видеоматериалов, которые регулярно собираются в школах по всему миру, чтобы понять социальные взаимодействия между учителями и учащимися. Базой данных для обучения нейронной сети послужили 70 видеороликов с YouTube. Результаты подобных экспериментов показывают, что предлагаемая нейронная сеть может оценить цель взгляда, его пространственное местоположение и лицо человека с более высокой точностью, чем ранее применяемые алгоритмы.

Принимая во внимание, что отслеживание глаз обеспечивает простой метод оценки явного внимания, *одновременное отслеживание взгляда нескольких субъектов (т. е. группы) остается открытой проблемой*. Если в большинстве исследований ак-

цент делается на студенте, то в статье [16] T. Santini и др. предлагают оценивать *групповые* показатели. В своих целях они используют программы ZFace, OpenFace, Facenet и Dlib. По мнению авторов указанной статьи, отслеживание таких параметров, как поворот головы, угол наклона головы, положение кончиков рта и глаз, важно для оценки вовлеченности обучающегося.

Применение в эксперименте сразу нескольких технологий компьютерного зрения дает возможность собирать и анализировать большой объем материала, при этом преподаватель и студенты не отвлекаются от учебного процесса. Использование системы камер позволяет отслеживать не только траекторию взгляда студента [16], но и то, как студент двигается [17]. Подобные наблюдения могут предоставить достаточно подробные данные о студенте и его мотивации.

Неотъемлемой частью современного образовательного процесса является групповая работа. J. M. Reilly и др. в своей статье [18] описывают исследование, которое они проводят по анализу взаимодействия во время работы в группах. Анализируется не только траектория глаз, но и положение тела, а также речевые данные, после чего оценивается продуктивность взаимодействия. Также анализируется работа в малых группах. В планах разработчиков — апробация и внедрение системы, позволяющей спрогнозировать успех командной работы в больших группах.

Авторы статьи [19] отмечают, что отслеживание взгляда учащихся может стать основой для разработки персонализированной обратной связи для улучшения навыков обучения. В этой статье описывается анализ данных о траектории взгляда, собранных от 16 учеников средней школы, которые работали с «мозгом Бетти» — открытой учебной средой, в которой студенты изучают естественные науки, создавая причинно-следственные модели для обучения виртуального агента. Цель работы состояла в том, чтобы проверить, могут ли недавно появившиеся глазные трекары потребительского уровня предоставить данные, которые позволят глубже исследовать отношения между чтением студентами гипертекстовых ресурсов и построением графических карт причинно-следственных связей. Был собран значительный объем данных, а затем построены модели классификаторов, чтобы предсказать, смогут ли студенты построить правильные причинно-следственные связи. Построенные модели предсказывают правильные действия по построению карты с точностью до 80 %. Автор считает, что шаблоны взгляда студентов при чтении могут быть хорошими показателями их общей успеваемости.

Большинство исследователей анализируют взаимодействия следующих типов: учитель — ученик, групповая работа (ученик — ученик), самостоятельная работа (работа с электронным ресурсом). Для каждого из этих форматов свойственны различные подходы к сбору и анализу данных [20–22], но все они сводятся к формированию комплексной обратной связи, позволяющей преподавателю вовремя

обратить внимание на конкретного студента и его особенности в процессе обучения.

#### 4. Методология исследования

Для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся с камер с углом обзора, равным 360 градусам, во время групповой работы были решены следующие задачи:

- Осуществлена видеосъемка обучающихся на камеру с углом обзора, равным 360 градусам, во время проведения групповой работы.
- Разработано программное решение, обеспечивающее распознавание и отслеживание лиц обучающихся, а также их эмоций с видеозаписи, снятой на камеру, угол обзора которой равен 360 градусам.
- Проведена оценка качества распознавания лиц и эмоций в зависимости от расположения участников во время проведения групповой работы.

В эксперименте приняли участие 27 обучающихся в возрасте от 20 до 23 лет. Эксперимент проводился во время демонстрационного экзамена по дисциплине «История». Видеозапись для каждой группы составила от 8 до 10 минут. Всего было организовано девять групп:

- три группы по два обучающихся;
- три группы по три обучающихся;
- три группы по четыре обучающихся.

Были исследованы три варианта раскладки обучающихся во время групповой работы (рис. 1).

Для каждого варианта раскладки было снято по три видео. Запись видео производилась на мобильную камеру с обзором в 360 градусов (рис. 2). Данная камера весит 160 граммов и проста в управлении, что позволяет использовать ее обучающемуся или преподавателю. Для записи видео камера ставилась посередине стола, за которым сидели обучающиеся. Видео отличались вариантами поворота камеры, что необходимо для того, чтобы все обучающиеся оказались в наилучшем ракурсе для дальнейшего распознавания их лиц и эмоций.

Для анализа видео было разработано специальное программное обеспечение, его архитектура представлена на схеме (рис. 3).

Алгоритм работы программного решения условно можно представить тремя блоками:

- 1) предварительная обработка видеозаписи;
- 2) распознавание лиц и эмоций;
- 3) вывод результатов обработки видеозаписи.

Подробное описание каждого блока представлено в таблице 1.

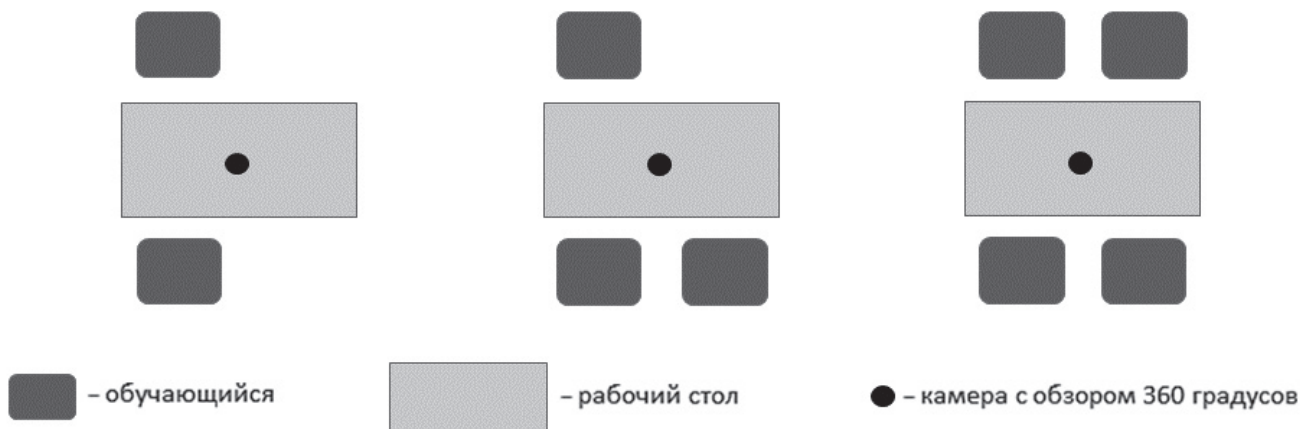


Рис. 1. Варианты раскладки обучающихся



Рис. 2. Камера с обзором в 360 градусов

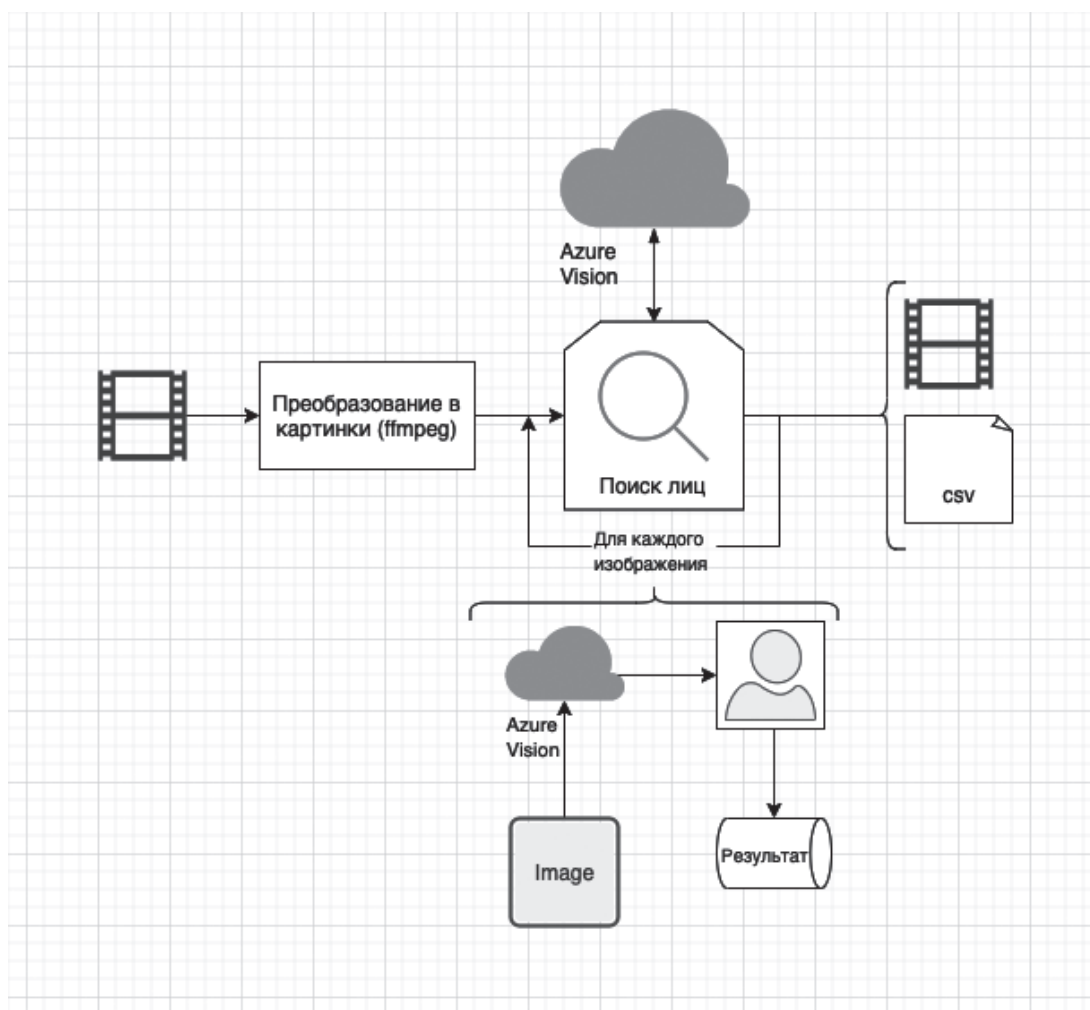


Рис. 3. Архитектура разработанного программного решения

Таблица 1

**Описание алгоритма работы программного решения**

№ п/п	Наименование блока	Описание алгоритма
1	Предварительная обработка видеозаписи	Предварительная обработка видеозаписи заключается в: <ul style="list-style-type: none"> <li>• выделении на видеозаписи каждого обучающегося;</li> <li>• разбиении видеозаписи на отдельные кадры с шагом в пять секунд.</li> </ul>
2	Распознавание лиц и эмоций	Для обнаружения лиц и определения эмоций используется детектор лиц Microsoft Azure Cognitive Services. Программное решение позволяет определять такие эмоции, как счастье, злость, презрение, отвращение, страх, нейтральное состояние, грусть, удивление. В случае необходимости для решения задачи распознавания лиц и эмоций могут быть использованы другие технические решения, основанные на нейронных сетях или иных алгоритмах [23, 24].
3	Вывод результатов обработки видеозаписи	По результатам анализа программное решение вычисляет процент кадров, на которых удалось осуществить распознавание лица и эмоций каждого обучающегося (отношение распознанных кадров ко всем кадрам видео, умноженное на 100). Кроме того, программное обеспечение выдает информацию об эмоциональном состоянии обучающегося в момент времени $t$ . Результаты сохраняются в файле формата *.csv.

**5. Результаты исследования**

Результаты распознавания лиц обучающихся и их эмоций в зависимости от рассадки представлены в таблице 2. Качество распознавания зависит

от положения камеры, поведения обучающегося и условий съемки.

Низкий процент распознавания для групп 1 и 2 варианта рассадки 1 обусловлен тем, что в данном эксперименте один из обучающихся был вынужден

Таблица 2

**Результаты распознавания лиц обучающихся и их эмоций в зависимости от рассадки**

№ группы	№ варианта рассадки обучающихся	№ обучающегося	Процент распознанных кадров
1	1	1	21
		2	20
2	1	1	30
		2	85
3	1	1	97
		2	90
4	2	1	80
		2	35
		3	—
5	2	1	69
		2	66
		3	84
6	2	1	91
		2	97
		3	64
7	3	1	55
		2	51
		3	1
		4	57
8	3	1	13
		2	53
		3	91
		4	18
9	3	1	99
		2	3
		3	96
		4	78

поворачиваться к доске, находившейся за его спиной. Обучающиеся группы 3 не отворачивались от камеры во время эксперимента, в результате чего было достигнуто высокое качество распознавания их лиц и эмоций (97 и 90 процентов соответственно).

В группе 4 оказалось невозможным провести распознавание одного из обучающихся из-за попадания кадров на технический шов камеры. Таким образом, можно отметить, что недостаток использования камеры с углом обзора в 360 градусов — возможность попадания картинки на технический шов

(камера с углом обзора в 360 градусов представляет собой два совмещенных объектива с углом обзора 180 градусов каждый). При этом важно заметить, что камеру нужно расположить таким образом, чтобы стало возможным осуществлять распознавание трех обучающихся, о чем свидетельствуют результаты, полученные для групп 5 и 6.

Низкое качество распознавания обучающихся группы 7 обусловлено расположением камеры, при котором обучающиеся оказались в сложном для распознавания ракурсе.

На качество распознавания также влияет поведение обучающегося. Так, обучающиеся 1 и 4 из группы 8 часто поворачивались в стороны и отворачивались от камеры, что существенно снизило качество распознавания.

Наилучшее качество распознавания для варианта рассадки 3 удалось получить у группы 9. Все обучающиеся оказались в хорошем ракурсе для распознавания. Качество распознавания для трех участников эксперимента оказалось равным 99, 96 и 78 процентов. Однако для обучающегося 2 из данной группы качество распознавания составило всего три процента. Такой низкий процент распознанных кадров обусловлен полной засветкой кадров от окна, расположенного непосредственно за спиной обучающегося (фото 1).



Фото 1. Засветка видео от окна

К сожалению, используемые алгоритмы не позволяют проводить распознавание лица и эмоций в случае расположения за спиной обучающегося сильного источника света (окна или лампы). Однако данный недостаток свойственен всем современным алгоритмам распознавания лиц на видеозаписях.

Важно заметить, что наличие очков не повлияло на качество распознавания лиц и эмоций обучающихся (фото 2).



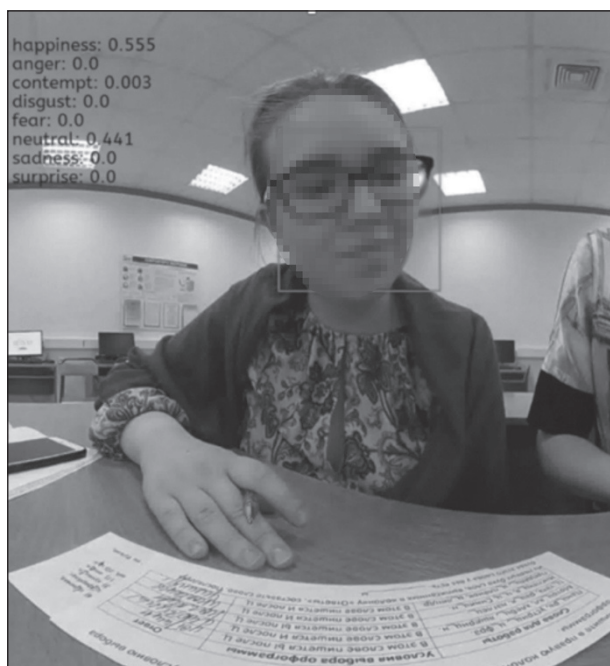


Фото 2. Распознавание лица и эмоций обучающегося в очках

Таким образом, применение камер с углом обзора, равным 360 градусам, в целях автоматического сбора данных об эмоциональном состоянии обучающихся во время групповой работы возможно для всех исследованных вариантов рассадки обучающихся.

## 6. Выводы

В статье представлены результаты исследования по применению технологий анализа видео с камер с углом обзора, равным 360 градусам, для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- Современные технологии компьютерного зрения позволяют осуществлять автоматический сбор данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях.
- Автоматический сбор данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях возможно осуществлять на основе видео, записанного на камеры с углом обзора, равным 360 градусам.
- На одну камеру с углом обзора, равным 360 градусам, можно производить запись работы группы обучающихся, состоящей из двух—четырёх человек.
- На качество распознавания лиц и эмоций обучающихся, работающих в группе, влияет положение камеры, поведение обучающихся, а также условия съёмки.
- Наличие сильного источника света за спиной обучающегося приводит к невозможности сбора данных об эмоциях данного обучающегося.
- Наличие очков не влияет на качество распознавания лиц и эмоций обучающихся.

Разработанное в ходе описываемого исследования программное решение для автоматического сбора данных об эмоциях обучающихся во время работы в группах на учебных занятиях может быть использовано для проведения дальнейших исследований, направленных на изучение влияния эмоционального состояния обучающихся на их образовательные успехи.

Программно-технический комплекс, состоящий из видеокamеры и разработанного программного решения, может быть использован преподавателями вузов для получения обратной связи по результатам работы учащихся в малых группах. Дополнительным применением данного решения может стать его использование во время практической работы в школе студентов педвузов в целях дальнейшего самостоятельного анализа студентами своей работы и рефлексии. В перспективе разработанное программное решение может также применяться во время процедуры оценивания навыков студентов по организации совместной работы учеников в малых группах.

Результаты настоящего исследования могут быть использованы для формирования тематики научных исследований российских вузов в целях реализации задач раздела «Образование и кадры» программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года № 1632-р [25].

### Список использованных источников

1. Afsar P., Cortez P., Santos H. Automatic visual detection of human behavior: A review from 2000 to 2014 // Expert Systems with Applications. 2015. Vol. 42. Is. 20. P. 6935–6956. DOI: 10.1016/j.eswa.2015.05.023
2. Уваров А. Ю., Гейбл Э., Дворецкая И. В., Заславский И. М., Карлов И. А., Мерцалов Т. А., Сергоманов П. А., Фрумин И. Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. М.: ВШЭ, 2019. 343 с. DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5
3. Rizzotto L. The future of education: How A.I. and immersive tech will reshape learning forever. Medium, 2017. <https://medium.com/futurepi/a-vision-for-education-and-its-immersive-a-i-driven-future-b5a9d34ce26d>
4. Faggella D. Examples of artificial intelligence in education. Emerj, 2019. <https://www.techemergence.com/examples-of-artificial-intelligence-in-education>
5. Daria R. AI in education or How to create an advanced artificial intelligence program. Cleveroad, 2017. <https://www.cleveroad.com/blog/ai-in-education-or-what-advantages-of-artificial-intelligence-in-education-you-can-gain->
6. Уваров А. Ю. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Информатика и образование. 2018. № 4. С. 14–22.
7. Wagner W., Göllner R., Werth S., Voss T., Schmitz B., Trautwein U. Student and teacher ratings of instructional quality: Consistency of ratings over time, agreement, and predictive power // Journal of Educational Psychology. 2016. Vol. 108. No. 5. P. 705–721. DOI: 10.1037/edu0000075
8. Kunter M., Klusmann U., Baumert J., Richter D., Voss T., Hachfeld A. Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development // Journal of Educational Psychology. 2013. Vol. 105. Is. 3. P. 805–820. DOI: 10.1037/a0032583
9. Fox A. S., Lapate R. C., Shackman A. J., Davidson R. J. The nature of emotion: Fundamental questions. Oxford: Oxford University Press, 2018. 632 p.

10. Bidwell J., Fuchs H. Classroom analytics: Measuring student engagement with automated gaze tracking. 2011. 17 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.4865.6242
11. Helmke A., Helmke T., Heyne N., Hosenfeld A., Schrader F.-W., Wagner W. Allgemeine beobachtungsinstrumente der unterrichtsstudie "VERA — gute unterrichtspraxis". Landau: Universität Koblenz-Landau, 2007. (In German.)
12. Klieme E., Eichler W., Helmke A., Lehmann R. H., Nold G., Rolff H.-G., Schröder K., Thomé G., Willenberg H. Unterricht und kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie. Weinheim: Beltz, 2008. 459 p. (In German.)
13. Ainley M. Connecting with learning: Motivation, affect and cognition in interest processes // Educational Psychology Review. 2006. Vol. 18. P. 391–405. DOI: 10.1007/s10648-006-9033-0
14. Appleton J. J., Lawrenz F. Student and teacher perspectives across mathematics and science classrooms: The importance of engaging contexts // School Science and Mathematics. 2011. Vol. 111. Is. 4. P. 143–155. DOI: 10.1111/j.1949-8594.2011.00072.x
15. Aung A. M., Ramakrishnan A., Whitehill J. R. Who are they looking at? Automatic eye gaze following for classroom observation video analysis // Proc. 11th Int. Conf. on Educational Data Mining. 2018. P. 252–258.
16. Santini T., Kubler T., Draghetti L., Gerjets P., Wagner W., Trautwein U., Kasneci E. Automatic mapping of remote crowd gaze to stimuli in the classroom. <https://pdfs.semanticscholar.org/581e/920ddb6ecfc2a313a3aa6fe3d933b917ab0.pdf>
17. Soloviev V. Machine learning approach for student engagement automatic recognition from facial expressions // Scientific Publications of the State University of Novi Pazar. Series A: Applied Mathematics, Informatics and Mechanics. 2018. Vol. 10. Is. 2. P. 79–86. DOI: 10.5937/SPSUNP1802079S
18. Reilly J. M., Ravenell M., Schneider B. Exploring collaboration using motion sensors and multi-modal learning analytics // Proc. 11th Int. Conf. on Educational Data Mining. 2018. P. 333–341.
19. Rajendran Ramkumar, Kümar Anurag, Carter Kelly E., Levin Daniel T., Biswas Gautam. Predicting learning by analyzing eye-gaze data of reading behavior // International Conference on Educational Data Mining (EDM) 2018. Proceedings of the 11th International Conference on Educational Data Mining, Kristy Elizabeth Boyer and Michael Yudelson (Eds.). Buffalo, NY, July 16–20, 2018, C. 455–462. [https://educationaldatamining.org/files/conferences/EDM2018/papers/EDM2018\\_paper\\_205.pdf](https://educationaldatamining.org/files/conferences/EDM2018/papers/EDM2018_paper_205.pdf)
20. D'Mello S., Graesser A. Dynamics of affective states during complex learning // Learning and Instruction. 2012. Vol. 22. Is. 2. P. 145–157. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2011.10.001
21. Bosch N. Detecting student engagement: Human versus machine // UMAP '16: Proc. 2016 Conf. on User Modeling Adaptation and Personalization. New York: ACM, 2016. P. 317–320. DOI: 10.1145/2930238.2930371
22. Hallion L. S., Steinman S. A., Kusmierski S. N. Difficulty concentrating in generalized anxiety disorder: An evaluation of incremental utility and relationship to worry // Journal of Anxiety Disorders. 2018. Vol. 53. P. 39–45. DOI: 10.1016/j.janxdis.2017.10.007
23. Whitehill J., Serpell Z., Lin Y.-C., Foster A., Movellan J. R. The faces of engagement: Automatic recognition of student engagement from facial expressions // IEEE Transactions on Affective Computing. 2014. Vol. 5. Is. 1. P. 86–98. DOI: 10.1109/TAFFC.2014.2316163
24. Shuman V., Clark-Polner E., Meuleman B., Sander D., Scherer K. Emotion perception from a componential perspective // Cognition and Emotion. 2017. Vol. 31. Is. 1. P. 47–56. DOI: 10.1080/02699931.2015.1075964
25. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года № 1632-р «Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации"». [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_221756/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/)

## APPLICATION OF COMPUTER VISION TECHNOLOGIES FOR AUTOMATIC DATA COLLECTION ABOUT EMOTIONS OF STUDENTS DURING GROUP WORK

R. B. Kupriyanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Moscow City University*

129226, Russia, Moscow, Vtoroy Selskhoziazstvenny proezd, 4

### Abstract

Today the global scientific community is actively discussing the issues on the application of artificial intelligence in education. One of the least studied technologies in terms of its application in education is computer vision. The development and implementation of intelligent systems based on video analysis and machine learning algorithms provide new opportunities for teachers and staff of the educational organization administration to understand and transform the educational process. The article discusses the use of video analysis technologies from cameras with a 360-degree view to collect data on the emotional state of students during group work in the classroom. In the course of the described research, a software solution for automatic emotions data collection during students' teamwork learning was developed. This solution can be used for future research aimed at studying the impact of emotional state on students' educational success. The results of the study can be used to form the research agenda of Russian universities in order to implement the objectives of the section "Education and personnel" of the program "Digital economy of the Russian Federation", approved by the Government of the Russian Federation.

**Keywords:** digital transformation of educational process, artificial intelligence, computer vision, video analysis, data analysis, data mining, educational data mining.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-56-63

### For citation:

Kupriyanov R. B. Primenenie tekhnologij komp'yuternogo zreniya dlya avtomaticheskogo sbora dannykh ob ehmotstiyakh obuchayushhikhsya vo vremya gruppovoj raboty [Application of computer vision technologies for automatic data collection about emotions of students during group work]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 5, p. 56–63. (In Russian.)

Received: February 23, 2020.

Accepted: May 19, 2020.

About the author

Roman B. Kupriyanov, Deputy Head of the IT Department, Moscow City University, Russia; kupriyanovrb@mgpu.ru; ORCID: 0000-0001-5153-4334

## References

1. Afsar P., Cortez P., Santos H. Automatic visual detection of human behavior: A review from 2000 to 2014. *Expert Systems with Applications*, 2015, vol. 42, is. 20, p. 6935–6956. DOI: 10.1016/j.eswa.2015.05.023
2. Uvarov A. Yu., Gable E., Dvoretzkaya I. V., Zaslavsky I. M., Karlov I. A., Mertsalov T. A., Sergomanov P. A., Frumin I. D. Trudnosti i perspektivy tsifrovoy transformatsii obrazovaniya [Difficulties and prospects of the digital transformation of education]. Moscow, HSE, 2019. 343 p. (In Russian.) DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5
3. Rizzotto L. The future of education: How A.I. and immersive tech will reshape learning forever. Medium, 2017. Available at: <https://medium.com/futurepi/a-vision-for-education-and-its-immersive-a-i-driven-future-b5a9d34ce26d>
4. Faggella D. Examples of artificial intelligence in education. Emerj, 2019. Available at: <https://www.techemergence.com/examples-of-artificial-intelligence-in-education>
5. Daria R. AI in education or How to create an advanced artificial intelligence program. Cleveroad, 2017. Available at: <https://www.cleveroad.com/blog/ai-in-education-or-what-advantages-of-artificial-intelligence-in-education-you-can-gain->
6. Uvarov A. Yu. Tekhnologii iskusstvennogo intellekta v obrazovanii [Artificial intelligence technologies in education]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2018, no. 4, p. 14–22. (In Russian.)
7. Wagner W., Göllner R., Werth S., Voss T., Schmitz B., Trautwein U. Student and teacher ratings of instructional quality: Consistency of ratings over time, agreement, and predictive power. *Journal of Educational Psychology*, 2016, vol. 108, no. 5, p. 705–721. DOI: 10.1037/edu0000075
8. Kunter M., Klusmann U., Baumert J., Richter D., Voss T., Hachfeld A. Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 2013, vol. 105, is. 3, p. 805–820. DOI: 10.1037/a0032583
9. Fox A. S., Lapate R. C., Shackman A. J., Davidson R. J. The nature of emotion: Fundamental questions. Oxford, Oxford University Press, 2018. 632 p.
10. Bidwell J., Fuchs H. Classroom analytics: Measuring student engagement with automated gaze tracking. 2011. 17 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.4865.6242
11. Helmke A., Helmke T., Heyne N., Hosenfeld A., Schrader F. W., Wagner W. Allgemeine beobachtungsinstrumente der unterrichtsstudie “VERA — gute unterrichtspraxis”. Landau, Universität Koblenz-Landau, 2007. (In German.)
12. Klieme E., Eichler W., Helmke A., Lehmann R. H., Nold G., Rolff H.-G., Schröder K., Thomé G., Willenberg H. Unterricht und kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie. Weinheim, Beltz, 2008. 459 p. (In German.)
13. Ainley M. Connecting with learning: Motivation, affect and cognition in interest processes. *Educational Psychology Review*, 2006, vol. 18, p. 391–405. DOI: 10.1007/s10648-006-9033-0
14. Appleton J. J., Lawrenz F. Student and teacher perspectives across mathematics and science classrooms: The importance of engaging contexts. *School Science and Mathematics*, 2011, vol. 111, is. 4, p. 143–155. DOI: 10.1111/j.1949-8594.2011.00072.x
15. Aung A. M., Ramakrishnan A., Whitehill J. R. Who are they looking at? Automatic eye gaze following for classroom observation video analysis. *Proc. 11th Int. Conf. on Educational Data Mining*. 2018, p. 252–258.
16. Santini T., Kubler T., Draghetti L., Gerjets P., Wagner W., Trautwein U., Kasneci E. Automatic mapping of remote crowd gaze to stimuli in the classroom. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/581e/920ddb6ecfc2a313a3aa6fed3d933b917ab0.pdf>
17. Soloviev V. Machine learning approach for student engagement automatic recognition from facial expressions. *Scientific Publications of the State University of Novi Pazar. Series A: Applied Mathematics, Informatics and Mechanics*, 2018, vol. 10, is. 2, p. 79–86. DOI: 10.5937/SPSUNP1802079S
18. Reilly J. M., Ravenell M., Schneider B. Exploring collaboration using motion sensors and multi-modal learning analytics. *Proc. 11th Int. Conf. on Educational Data Mining*. 2018, p. 333–341.
19. Rajendran Ramkumar, Kūmar Anurag, Carter Kelly E., Levin Daniel T., Biswas Gautam. Predicting learning by analyzing eye-gaze data of reading behavior. *International Conference on Educational Data Mining (EDM) 2018. Proceedings of the 11th International Conference on Educational Data Mining*, Kristy Elizabeth Boyer and Michael Yudelson (Eds.). Buffalo, NY, July 16–20, 2018, C. 455–462. [https://educationaldatamining.org/files/conferences/EDM2018/papers/EDM2018\\_paper\\_205.pdf](https://educationaldatamining.org/files/conferences/EDM2018/papers/EDM2018_paper_205.pdf)
20. D’Mello S., Graesser A. Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction*, 2012, vol. 22, is. 2, p. 145–157. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2011.10.001
21. Bosch N. Detecting student engagement: Human versus machine. *UMAP ‘16: Proc. 2016 Conf. on User Modeling Adaptation and Personalization*. New York, ACM, 2016, p. 317–320. DOI: 10.1145/2930238.2930371
22. Hallion L. S., Steinman S. A., Kusmierski S. N. Difficulty concentrating in generalized anxiety disorder: An evaluation of incremental utility and relationship to worry. *Journal of Anxiety Disorders*, 2018, vol. 53, p. 39–45. DOI: 10.1016/j.janxdis.2017.10.007
23. Whitehill J., Serpell Z., Lin Y.-C., Foster A., Movellan J. R. The faces of engagement: Automatic recognition of student engagement from facial expressions. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2014, vol. 5, is. 1, p. 86–98. DOI: 10.1109/TAFFC.2014.2316163
24. Shuman V., Clark-Polner E., Meuleman B., Sander D., Scherer K. Emotion perception from a componential perspective. *Cognition and Emotion*, 2017, vol. 31, is. 1, p. 47–56. DOI: 10.1080/02699931.2015.1075964
25. Rasporyazhenie Pravitel’sstva Rossijskoj Federatsii ot 28 iyulya 2017 goda № 1632-r “Ob utverzhdanii programmy “Tsifrovaya ehkonomika Rossijskoj Federatsii”” [Order of the Government of the Russian Federation dated July 28, 2017 No. 1632-r “On approval of the Program “Digital Economy of the Russian Federation””]. (In Russian.) Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_221756/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/)



## ПОДПИСКА

### Журнал «Информатика и образование»

Индексы подписки (агентство «Роспечать»)  
на 2-е полугодие 2020 года

- 70423 — для индивидуальных подписчиков
- 73176 — для организаций

Периодичность выхода: 5 номеров в полугодие (в июле не выходит)

Редакционная стоимость:  
индивидуальная подписка — 250 руб.  
подписка для организаций — 500 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:* (495) 140-19-86



# Электронная подписка на журналы ИНФО

Журналы по методике  
обучения информатике  
и информатизации образования



- ✓ Доступ к журналам не дожидаясь печати типографии
- ✓ С любого устройства, подключенного к Интернет
- ✓ Возможность сохранить файл в формате PDF
- ✓ В два раза дешевле печатной подписки
- ✓ Скидки при оформлении подписки на комплект журналов
- ✓ Оплата на сайте издательства в Интернет-магазине

## Информатика и образование

ИЗДАЕТСЯ С 1986 ГОДА • ОТ 64 СТРАНИЦ • ВЫХОДИТ 10 РАЗ В ГОД

Научно-методический журнал по методике преподавания информатики и информатизации образования

## Информатика в школе

ИЗДАЕТСЯ С 2002 ГОДА • ОТ 64 СТРАНИЦ • ВЫХОДИТ 10 РАЗ В ГОД

Научно-практический журнал для учителей информатики, методистов, преподавателей вузов и колледжей

Подробную информацию о подписке на наши издания вы можете найти на сайте

<http://infojournal.ru/subscribe/>







# Суперкомпьютерные дни в России 2020

19-26 сентября  
международный конгресс

Научные школы  
Семинары  
Выставка  
Экскурсии  
Научная конференция:  
Москва, 21-22 сентября

<https://Congress.RussianSCDays.org>

Новый расширенный формат объединяет научную конференцию, научные школы Суперкомпьютерной академии, серию специализированных научных семинаров, экскурсии в ведущие суперкомпьютерные центры и множество других событий, проводимых на различных площадках России.

ТЕМАТИКА мероприятий конгресса — суперкомпьютерные технологии во всем многообразии: параллельные и распределенные вычисления, высокопроизводительные программные и аппаратные решения, масштабируемые алгоритмы, промышленные суперкомпьютерные решения, большие данные, машинное обучение, суперкомпьютерное образование и многое другое.

АУДИТОРИЯ — российские и зарубежные представители науки, промышленности, бизнеса, образования, государственных органов.

Научная конференция 2020 года посвящена 65-летию образования Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ имени М.В.Ломоносова — одного из первых российских вычислительных центров, и 100-летию со дня рождения И.С.Березина — первого директора НИВЦ МГУ.

## ОДНА НЕДЕЛЯ — МНОЖЕСТВО ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СОБЫТИЙ!

21.09-22.09

Научная конференция — это множество параллельно идущих секций: выступления мировых лидеров HPC-сообщества, научные и промышленные секции, постерная секция, конференция молодых ученых. Сопровождения, круглые столы, живые дискуссии, обмен опытом и инновациями.

<https://Conf.RussianSCDays.org>

19.09-26.09

Научные школы Суперкомпьютерной академии — это специализированные мероприятия по актуальным направлениям развития науки и технологий, организуемые и проходящие под руководством известных российских специалистов:

- Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP
- Высокопроизводительные вычисления на кластерах с использованием графических ускорителей NVIDIA
- Применение платформы Python для высокопроизводительных вычислений
- Квантовая информатика
- Реализация глубоких нейросетей на высокопроизводительных кластерах

<https://academy.hpc-russia.ru>

ОТКРЫТА РЕГИСТРАЦИЯ  
УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ  
<https://Conf.RussianSCDays.org>

СТАНЬТЕ ЧАСТЬЮ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ДНЕЙ В РОССИИ!

Посетите конференцию и научные школы, узнайте о работе ведущих российских и мировых суперкомпьютерных центров, организуйте свое мероприятие в рамках конгресса!

Приглашаем к организации семинаров и мастер-классов суперкомпьютерного конгресса! Семинары могут проводиться удаленно на различных площадках в пределах России.

Приглашаем принять участие в выставке!