

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

Информатика и образование

Научно-методический журнал

**Informatics
and Education**

Scholarly Journal

 infojournal.ru

№ 1 / 2023

Том (Volume) 38



ПОЗДРАВЛЯЕМ АЛЕКСАНДРА ЮРЬЕВИЧА УВАРОВА С ЮБИЛЕЕМ!



30 января 2023 года исполнилось 80 лет доктору педагогических наук, профессору, члену редакционной коллегии журнала «Информатика и образование», ведущему научному сотруднику Института кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, профессору Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» Александру Юрьевичу Уварову

Научно-педагогическая деятельность Александра Юрьевича Уварова началась в 1968 году, когда он стал сотрудником лаборатории «Количественные и инструментальные методы дидактических исследований» сектора дидактики НИИ общего и политехнического образования АПН РСФСР, которым руководил Михаил Николаевич Скаткин, будущий академик, а в то время член-корреспондент АПН СССР. Научную работу Александр Юрьевич совмещал с преподаванием вычислительной математики и программирования в московской физико-математической школе № 165. С тех самых пор научные интересы Александра Юрьевича связаны с изучением проблем содержания и методов обучения, использования вычислительной техники в педагогических исследованиях и в сфере образования.

Будучи начальником Управления информатики и электронно-вычислительной техники Министерства просвещения СССР, Александр Юрьевич Уваров стоял у истоков журнала «Информатика и образование». В первом номере журнала, вышедшем к началу 1986/1987 учебного года, была опубликована его статья «ЭВМ на пути в школу». И по сей день Александр Юрьевич — один из постоянных авторов журнала. Его многочисленные публикации на страницах ИНФО, посвященные внедрению компьютеров в образование, информатизации школы, развитию курса информатики, всегда вызывают живой отклик у читателей.

Александр Юрьевич Уваров — признанный авторитет в области цифрового обновления образования, педагогического дизайна и содержания образования. Он автор и соавтор почти трехсот работ, включая более полутора десятков книг. Его статьи на страницах нашего журнала, которые опубликованы за прошедшие три десятилетия, всесторонне и полно отражают историю проникновения цифровых технологий в отечественное образование.

Редколлегия и редакция журнала «Информатика и образование» поздравляют Александра Юрьевича с юбилеем и желают дальнейших успехов в его важнейшей деятельности на благо образования. Ждем новых исследований и публикаций, которые всегда с большим интересом встречают работники школы и педагогической науки.

*С. Г. Григорьев,
главный редактор журнала «Информатика и образование»,
член-корреспондент Российской академии образования,
доктор технических наук, профессор
Редколлегия и редакция журнала «Информатика и образование»*

Содержание

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Семенов А. Л., Абылкасымова А. Е., Варданян В. А., Григорьев С. Г., Гриншкун В. В., Каракозов С. Д., Ловягин С. А., Рудченко Т. А. Полвека цифрового обновления отечественной школы в зеркале биографии исследователя. К 80-летию А. Ю. Уварова.....	5
К 80-летию Александра Юрьевича Уварова.....	23

КОНКУРС ИНФО-2022

Итоги XIX Всероссийского конкурса научно-практических работ ИНФО-2022	30
Косова Е. А. Методический подход к разработке ситуационных задач для формирования компетенций цифровой доступности электронного обучения	33
Иманова О. А., Смолянинова О. Г. Оценивание профессиональных компетенций магистров педагогики средствами электронного портфолио	45
Пантюхин Д. В. Учебно-методические материалы мастер-класса «Состязательные атаки на нейронные сети распознавания изображений» для студентов и школьников.....	55
Токтарова В. И., Ребко О. В. Развитие цифровых компетенций в контексте цифровизации системы образования: опыт Марийского государственного университета	64

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

Садыкова Г. В., Северьянов О. И. Дистанционное обучение в эпоху пандемии: опыт российских преподавателей	72
---	----

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Nasr L. Students' resolutions of some paradoxes of infinity in the lens of the grossone methodology.....	83
---	----



НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ»

УЧРЕДИТЕЛИ:

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО

«ОБРАЗОВАНИЕ И ИНФОРМАТИКА»

ISSN (print) 0234-0453

ISSN (online) 2658-7769

Журнал входит в Перечень российских рецензируемых научных изданий ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Контакты

Главный редактор
grigorsg@infojournal.ru

Редакция
readinfo@infojournal.ru

Отдел распространения
info@infojournal.ru

Телефон
+7 (495) 140-19-86

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

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

ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕДАКЦИЯ ИНФО

Главный редактор журнала
«Информатика и образование»

ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

Главный редактор журнала
«Информатика в школе»

БОСОВА Людмила Леонидовна

Директор издательства

РЫБАКОВ Даниил Сергеевич

Научный редактор

ДЕРГАЧЕВА Лариса Михайловна

Ведущий редактор

КИРИЧЕНКО Ирина Борисовна

Редактор отдела

БАСЫРОВА Зифа Аббясовна

Корректоры

СИРОТКИН Никита Сергеевич

ШАРАПКОВА Людмила Михайловна

Верстка

ФЕДОТОВ Дмитрий Викторович

Дизайн

ГЛАВНИЦКИЙ Евгений Николаевич

Отдел распространения
и рекламы

КУЗНЕЦОВА Елена Александровна

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ВАСИЛЬЕВ Владимир Николаевич

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

ГЕЙН Александр Георгиевич

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

ГРИНШКУН Вадим Валерьевич

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

ДОБРОВОЛЬСКИЙ Николай Михайлович

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

ЛАПТЕВ Владимир Валентинович

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

НОВИКОВ Дмитрий Александрович

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

РОДИОНОВ Михаил Алексеевич

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

СЕМЕНОВ Алексей Львович

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

СМОЛЯНИНОВА Ольга Георгиевна

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

УВАРОВ Александр Юрьевич

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

ХЕННЕР Евгений Карлович

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

ШАКИРОВА Лилиана Рафиковна

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

БОНК Кёртис Джей

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

ДАГЕНЕ Валентина Антановна

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

ЛЕВИН Илья

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

ПРАКАША Дж. С.

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

СЕРГЕЕВ Ярослав Дмитриевич

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

СТОЯНОВ Станимир Недялков

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

ФОМИН Сергей Анатольевич

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

ФОРКОШ БАРУХ Алона

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

Table of Contents

GENERAL ISSUES

A. L. Semenov, A. E. Abylkassymova, V. A. Vardanyan, S. G. Grigoriev, V. V. Grinshkun, S. D. Karakozov, S. A. Lovyagin, T. A. Rudchenko. Half a century of digital renewal of the Russian school in the light of the researcher's biography. To the 80th anniversary of A. Yu. Uvarov	5
To the 80th anniversary of Alexander Yurievich Uvarov	23

INFO-2022 CONTEST

The results of the 19th All-Russian contest of scientific and practical works INFO-2022.....	30
Ye. A. Kosova. Methodical approach to the development of the case-based method to create digital accessibility competencies in the e-learning	33
O. A. Imanova, O. G. Smolyaninova. Assessment of professional competencies of masters of pedagogy using electronic portfolio	45
D. V. Pantiukhin. Educational and methodological materials of the master class "Adversarial attacks on image recognition neural networks" for students and schoolchildren.....	55
V. I. Toktarova, O. V. Rebko. Development of digital competencies in the context of digitalization of the education system: The experience of Mari State University	64

PEDAGOGICAL EXPERIENCE

G. V. Sadykova, O. I. Severyanov. Distance learning during the pandemic era: Russian instructors' experience.....	72
--	----

FOREIGN EXPERIENCE

L. Nasr. Students' resolutions of some paradoxes of infinity in the lens of the grossone methodology	83
---	----



SCHOLARLY JOURNAL "INFORMATICS AND EDUCATION"

FOUNDERS:

RUSSIAN ACADEMY OF EDUCATION
PUBLISHING HOUSE
"EDUCATION AND INFORMATICS"

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

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

Contacts

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

EDITORIAL TEAM

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

Sergey G. GRIGORIEV

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

Lyudmila L. BOSOVA

Director of Publishing House

Daniil S. RYBAKOV

Science Editor

Larisa M. DERGACHEVA

Senior Editor

Irina B. KIRICHENKO

Editor

Zifa A. BASYROVA

Proofreaders

Nikita S. SIROTKIN

Lyudmila M. SHARAPKOVA

Layout

Dmitry V. FEDOTOV

Design

Eugene N. GLAVNICKY

**Distribution and Advertising
Department**

Elena A. KUZNETSOVA

EDITOR-IN-CHIEF

Sergey G. GRIGORIEV

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

EDITORIAL BOARD

Vladimir N. VASILIEV

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

Alexander G. GEIN

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

Vadim V. GRINSHKUN

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

Nikolai M. DOBROVLSKII

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

Vladimir V. LAPTEV

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

Dmitry A. NOVIKOV

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

Mikhail A. RODIONOV

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

Alexei L. SEMENOV

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

Olga G. SMOLYANINOVA

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

Alexander Yu. UVAROV

Dr. Sci. (Edu.), Professor, Head of the Educational Informatics Department, Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing of the Federal Research Centre "Computer Science and Control" of RAS (Moscow, Russia)

Evgeniy K. KHENNER

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

Liliana R. SHAKIROVA

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

Curtis Jay BONK

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

Valentina DAGIENÉ

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

Ilya LEVIN

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

G. S. PRAKASHA

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

Yaroslav D. SERGEYEV

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

Stanimir N. STOYANOV

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

Sergei A. FOMIN

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

Alona FORKOSH BARUCH

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

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-5-22

ПОЛВЕКА ЦИФРОВОГО ОБНОВЛЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ШКОЛЫ В ЗЕРКАЛЕ БИОГРАФИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ. К 80-ЛЕТИЮ А. Ю. УВАРОВА

А. Л. Семенов^{1,2}, А. Е. Абылкасымова³, В. А. Варданян¹, С. Г. Григорьев⁴, В. В. Гриншкун⁴, С. Д. Каракозов⁵, С. А. Ловягин⁶, Т. А. Рудченко¹ ✉

¹ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

³ Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

⁴ Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

⁵ Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия

⁶ Хорошевская школа, г. Москва, Россия

✉ rudchenko1@yandex.ru

Аннотация

Проникновение вычислительной техники в общеобразовательную школу в нашей стране началось более полувека назад. Среди тех, кто начинал работу в области цифрового обновления образования, был и Александр Юрьевич Уваров, сегодня — доктор педагогических наук, профессор Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», ведущий научный сотрудник Института кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, лауреат премии Правительства РФ в области образования, многолетний член редакционной коллегии журнала «Информатика и образование». А. Ю. Уваров внес значительный вклад в развитие школьной информатики. Его организаторская деятельность и исследования во многом определили реальность и перспективы цифровизации отечественной школы. Необходимо подчеркнуть важность и научную значимость исследований, выполненных А. Ю. Уваровым.

В январе 2023 года Александру Юрьевичу Уварову исполнилось восемьдесят лет. В биографии хорошо известного в нашей стране и за рубежом исследователя, как в зеркале, отражена полувековая история цифрового обновления отечественной школы.

Ключевые слова: А. Ю. Уваров, журнал «Информатика и образование», компьютеризация образования, история школьной информатики, межшкольная телекоммуникационная сеть, открытая учебная архитектура, цифровая трансформация школы, педагогические технологии, исследовательское и проектное обучение, персонализированно-результативная организация обучения.

Для цитирования:

Семенов А. Л., Абылкасымова А. Е., Варданян В. А., Григорьев С. Г., Гриншкун В. В., Каракозов С. Д., Ловягин С. А., Рудченко Т. А. Полвека цифрового обновления отечественной школы в зеркале биографии исследователя. К 80-летию А. Ю. Уварова. *Информатика и образование*. 2023;38(1):5–22. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-5-22

HALF A CENTURY OF DIGITAL RENEWAL OF THE RUSSIAN SCHOOL IN THE LIGHT OF THE RESEARCHER'S BIOGRAPHY. TO THE 80TH ANNIVERSARY OF A. YU. UVAROV

A. L. Semenov^{1,2}, A. E. Abylkassymova³, V. A. Vardanyan¹, S. G. Grigoriev⁴, V. V. Grinshkun⁴, S. D. Karakozov⁵, S. A. Lovyagin⁶, T. A. Rudchenko¹ ✉

¹ The Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

³ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

⁴ Moscow City University, Moscow, Russia

⁵ Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

⁶ Khoroshevskaya School, Moscow, Russia

✉ rudchenko1@yandex.ru

© Семенов А. Л., Абылкасымова А. Е., Варданян В. А., Григорьев С. Г., Гриншкун В. В., Каракозов С. Д., Ловягин С. А., Рудченко Т. А., 2023

Abstract

The penetration of computer technology in general education in our country started more than half a century ago. Alexander Yurievich Uvarov was among those who started the work in the field of digital renewal of education. Today he is the Doctor of Sciences (Education), Professor at the Institute of Education of the National Research University Higher School of Economics, leading researcher at the Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing of the Federal Research Center “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences, laureate of the RF Government Prize in Education, long-time member of the editorial board of Informatics and Education journal. A. Yu. Uvarov made a significant contribution to the development of school informatics. His organizational activities and research largely determined the reality and future prospects for the digitalization of the national school. It is necessary to emphasize the importance and scientific significance of the research carried out by A. Yu. Uvarov.

In January 2023, he turned eighty years old. The biography of this researcher, well known in Russia and abroad, reflects, as in a mirror, the half-century history of the digital renewal of the Russian school.

Keywords: A. Yu. Uvarov, “Informatics and Education” journal, computerization of education, history of school informatics, interschool telecommunication network, open educational architecture, digital transformation of school, pedagogical technologies, research and project-based learning, personalized and effective organization of learning.

For citation:

Semenov A. L., Abylkassymova A. E., Vardanyan V. A., Grigoriev S. G., Grinshkun V. V., Karakozov S. D., Lovyagin S. A., Rudchenko T. A. Half a century of digital renewal of the Russian school in the light of the researcher’s biography. To the 80th anniversary of A. Yu. Uvarov. *Informatics and Education*. 2023;38(1):5–22. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-5-22

1. Введение*

В 1959 году академик, адмирал Аксель Иванович Берг возглавил созданный по его инициативе Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» Академии наук СССР (НСК АН СССР). Этот совет имел статус научного института Академии, но по охвату научных направлений он был больше, чем институт, став местом зарождения новых исследований и институтов АН СССР. До этого А. И. Берг работал заместителем министра обороны СССР и сыграл ключевую роль в становлении отечественной радиолокации и радиоэлектроники. Создание НСК подвело черту под дискуссией о значимости кибернетики и электронно-вычислительной техники в жизни общества. В течение следующих 20 лет Совет по кибернетике под руководством А. И. Берга был главным научным центром, организующим исследования и разработки в области кибернетики и ее приложений в масштабе всей страны.

А. И. Берг был среди зачинателей программированного обучения, которое сегодня является составляющей цифровой трансформации образования. Становясь в 1964 году председателем Межведомственного научного совета по проблеме «Программированное обучение», А. И. Берг хорошо понимал, что переход ко всеобщему среднему образованию неизбежно приводит к снижению уровня подготовки выпускников общеобразовательной школы. Расширение научно-педагогических исследований, развитие программированного обучения с использованием средств вычислительной техники он рассматривал как один из путей решения этой проблемы [1].

Отечественные педагоги первыми в мире начали обучать школьников программированию на электронных вычислительных машинах (ЭВМ). В 1961 году учитель математики московской школы № 444

С. И. Шварцбург** выпустил первую в мире группу старшекласников, которые могли успешно выполнять работу программистов, получив квалификацию «оператор ЭВМ» (примечательно, что среди этих выпускников был и Анатолий Георгиевич Кушниренко, один из авторов первого учебника по информатике для общеобразовательной школы [2]). Во второй половине 1960-х годов курсы по вычислительной математике и программированию стали узаконенной нормой в физико-математических классах и школах [3]. В этой атмосфере в конце 1960-х годов А. Ю. Уваров пришел в педагогику как исследователь и педагог.

2. Авиационный инженер становится педагогом-исследователем

Александр Юрьевич Уваров родился 30 января 1943 года в Куйбышеве (Самаре) в семье работников авиационного завода, который был эвакуирован из Москвы в 1941 году. В 1946 году завод вернулся из эвакуации и был размещен под Москвой, в городе Костино (сегодня это город Королев). Здесь прошли детство и юность Александра Юрьевича. Закончив среднюю школу в 1960 году, он поступил в Московский авиационный институт (МАИ) — ведущий вуз по подготовке специалистов для аэрокосмической отрасли в СССР.

В то время заинтересованные студенты после третьего курса могли участвовать в научно-исследовательских проектах, которые выполнялись на кафедрах МАИ. Александр Юрьевич вместе со своим товарищем Юрием Филипповичем Лукьянцем под руководством профессора Павла Федоровича Чударова занялся задачей автоматизации проектирования технологических процессов. Результаты этой студенческой разработки заинтересовали специалистов и были опубликованы [4]. В ходе этого проекта А. Ю. Уваров знакомится с зарождавшимися в то

* Статья публикуется с небольшими сокращениями. Ее полный текст, включающий, в частности, расширенную библиографию и краткие биографические справки о ряде коллег А. Ю. Уварова, размещен на странице Института кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга: <http://berg.institute/staff/uvarov>

** Шварцбург Семен Исаакович (11.11.1918–31.05.1996) — советский педагог, доктор педагогических наук (1972), профессор, член-корреспондент Академии педагогических наук СССР (1968), лауреат премии имени К. Д. Ушинского, заслуженный учитель РСФСР (1962).

время работами в области моделирования работы мозга. Позднее он вспоминает: «...будучи студентом, я научился программировать работу ЭВМ. Это была большая электронная вычислительная машина БЭСМ-2М с оперативной памятью 16 килобайт, выполнявшая несколько тысяч операций в секунду. Мне казалось, что эта машина может сделать почти все. Вместе с моим товарищем, Юрием Алексеевичем Багрянцевым, я придумывал способы описания различных объектов с помощью двоичных матриц, составлял головоломные циклы и с интересом прислушивался к идее, с которой носились тогда мои учителя. Это была идея программированного обучения» [5].

В середине 1960-х годов изучение проблем моделирования работы мозга человека при решении им задач только начиналось, и эта новая область увлекла А. Ю. Уварова. После окончания МАИ он по запросу академика А. И. Берга был распределен на работу в лабораторию информационных процессов головного мозга кафедры высшей нервной деятельности биолого-почвенного факультета МГУ, где участвовал в изучении решения задач пилотами в экстремальных ситуациях [6, 7]. Психолого-физиологические исследования показывали, что особенности обучения операторов ЭВМ существенно влияют на решение ими различных задач. Консультантом по этим вопросам стал И. И. Логвинов*, который ввел А. Ю. Уварова в мир педагогики и педагогической психологии. И. И. Логвинов поддерживал тесные связи с Д. Б. Элькониным, В. В. Давыдовым и их коллегами из лаборатории психологии младшего школьника Научно-исследовательского института общей и педагогической психологии Академии педагогических наук СССР (АПН СССР). Знакомство с работами этой лаборатории, как и с работами сотрудников сектора дидактики НИИ общего и политехнического образования АПН РСФСР, легло в основу научных представлений А. Ю. Уварова о педагогическом процессе. С тех пор научные интересы Александра Юрьевича стали навсегда связаны с изучением проблем содержания и методов обучения, проблем развития ребенка, использования вычислительной техники в педагогических исследованиях и сфере образования.

3. В Академии педагогических наук СССР

Начавшееся в 60-е годы прошлого века проникновение вычислительной техники и цифровых технологий в образование (сегодня этот процесс называют цифровым обновлением образования) не могло не затронуть и педагогическую науку. Здесь шли значительные изменения в связи с преобразованием созданной в 1943 году Академии педагогических наук РСФСР в Академию педагогических наук СССР при

* Логвинов Игорь Иосифович (15.08.1933–12.03.2014) — советский и российский педагог, доктор педагогических наук, член-корреспондент Российской академии образования.

Министерстве просвещения СССР (Минпросе СССР). Главным институтом Академии в то время был НИИ общего и политехнического образования, где член-корреспондент АПН Михаил Николаевич Скаткин руководил сектором дидактики. В этом секторе в 1968 году была создана лаборатория количественных и инструментальных методов дидактических исследований под руководством И. И. Логвинова. Одним из первых сотрудников этой лаборатории стал А. Ю. Уваров.

Первые самостоятельные работы Александра Юрьевича как педагога-исследователя были посвящены анализу перспектив использования ЭВМ в образовании [8, 9], инструментальным методам педагогических исследований [10], теории построения учебных программ [11, 12]. Он понимал, что теоретические исследования и практические разработки в области образования должны опираться, среди прочего, на личный опыт обучения школьников. Поэтому А. Ю. Уваров стал совмещать работу в лаборатории с работой преподавателем вычислительной математики и программирования в московской школе № 165 с физико-математическим уклоном. Эта школа была открыта в 1969 году в районе новостроек на ул. Фестивальной, 51. Здесь располагались сотрудники лаборатории и оборудование для проведения инструментальных исследований. Благодаря дружеским связям А. Ю. Уварова в АПН СССР лаборатории удалось получить и установить в этой школе ЭВМ «Минск-2» для проведения педагогических экспериментов.

В ходе реорганизации АПН РСФСР сектор дидактики стал отделом дидактики в НИИ общей педагогики АПН СССР, где в 1971 году ученый совет присудил А. Ю. Уварову ученую степень кандидата педагогических наук по специальности «Теория и история педагогики» за диссертационное исследование на тему «Информационное моделирование как метод дидактических исследований».

В 1970-е годы в стране возникло мощное течение по использованию ЭВМ для создания автоматизированных систем управления (АСУ) во всех отраслях народного хозяйства. Лаборатория И. И. Логвинова была преобразована в отдел, занимающийся проблематикой АСУ, обработкой образовательной статистики, планированием численности учащихся общеобразовательной школы и т. д. На базе этого отдела в 1975 году был создан вычислительный центр АПН и Минпроса СССР, оснащенный современными ЭВМ. Позднее центр стал одной из структур Института психологии АПН СССР, которым руководил академик В. В. Давыдов.

Неизбежность проникновения компьютерной техники в образование была убедительно подтверждена в ходе исследований по прогнозированию развития советской школы, в которых Уваров принимал активное участие [13, 14]. Однако программа применения опережающих педагогических исследований в этой области, которую в 1978 году выдвинул на общем собрании АПН СССР руководитель проекта

«Школа 2000 года» академик М. Н. Скаткин, не встретила понимания.

В 1978–1979 годах А. Ю. Уваров работает советником в Министерстве образования Республики Куба, что обогащает его педагогический кругозор и жизненный опыт за пределами советской школы [15]. Вернувшись с Кубы, Александр Юрьевич становится сотрудником Вычислительного центра АПН и Минпроса СССР, который функционирует как отдел Института психологии АПН СССР. Работы А. Ю. Уварова, созданные на рубеже 1980-х годов, охватывают спектр проблем цифровой трансформации образования, включая анализ потенциала компьютерного тестирования для повышения результативности работы школы [16–18], внедрения и развития автоматизированных информационных систем [19].

4. Организатор компьютеризации образования в нашей стране

В марте 1985 года политические лидеры нашей страны осознали происходящие в мире перемены. В рамках стратегии ускорения социально-экономического развития было принято Постановление «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс»^{*}. Оно запустило процесс цифрового обновления массовой школы (А. Ю. Уваров предложил использовать концепт «цифровое обновление образования» для описания начавшихся более полувека назад и продолжающихся сегодня многоэтапных, нарастающих изменений в работе школы, стимулом для которых служат быстро развивающиеся цифровые технологии [20]). В рамках выполнения этого Постановления в мае 1985 года в Минпросе СССР было создано Управление информатики и электронно-вычислительной техники, и Александр Юрьевич был назначен его начальником. На этом этапе биографии А. Ю. Уварова оказались востребованы и его техническое образование, и многолетнее участие в мероприятиях по цифровому обновлению школы, и опыт, полученный в ходе работы учителем, и хорошее знакомство с перспективными психолого-педагогическими исследованиями, и дружба с новаторами образования в СССР. Он курирует разработку отечественных компьютеров для кабинетов вычислительной техники в школах, разрабатывает программы и контролирует дополнительную подготовку учителей в области компьютерной грамотности, выступает заказчиком пробного учебника по общеобразовательному курсу

«Основы информатики и вычислительной техники» для учащихся старшей школы. Первый отечественный учебник по информатике, созданный в рекордные сроки коллективом академика А. П. Ершова [2], был ориентирован на развитие математического и алгоритмического мышления учащихся даже в тех школах, где не было компьютеров. Авторами первого учебника по информатике стали ведущие отечественные специалисты (помимо А. П. Ершова, это А. Г. Кушниренко, Г. В. Лебедев, А. Л. Семенов, А. Х. Шень), за плечами которых был большой опыт:

- научных и прикладных разработок в высшей школе, институтах и вычислительных центрах РАН;
- обучения школьников и студентов математике и программированию;
- проведения математических олимпиад и организации детских компьютерных лагерей.

А. Ю. Уваров, как и авторы первого учебника, хорошо понимал: овладевая приемами создания законченных компьютерных программ, дети осваивают новые мыслительные операции, новый взгляд на окружающий их мир. У них формируются навыки планирования работы исполнителей, привычка к точному и полному описанию этих действий, представление о способах анализа систем и навыки такого анализа. В результате школьный учебник подобрал в себя самые передовые в то время идеи из области структурного и объектного программирования, а использованная в нем методика формирования алгоритмического мышления школьников, которая основана на решении возрастающих по сложности задач, остается востребованной и сегодня.

Будучи начальником Управления информатики и электронно-вычислительной техники при Минпросе СССР, А. Ю. Уваров лично курировал разработку отечественных компьютеров для школьных кабинетов вычислительной техники, участвовал в государственных испытаниях опытных образцов. Его взаимодействие с разработчиками и производителями школьных ЭВМ было направлено на повышение надежности и качества первого советского серийного персонального компьютера «Агат» и последовавших за ним учебных компьютеров «Корвет», «Электроника МС 0511» (УКНЦ), а также целого семейства бытовых компьютеров БК-0010, которые стали поступать в учебные заведения в конце 1980-х годов.

В 1986–1987 годах была проведена закупка персональных компьютеров фирмы Yamaha с операционной системой MSX. По инициативе А. Ю. Уварова компьютерные классы на базе этих компьютеров были установлены во всех педагогических вузах СССР для подготовки будущих педагогов, а также в нескольких десятках инновационных школ, где накапливался опыт их использования в учебном процессе. Небольшое количество компьютеров было передано в институты АПН СССР и АН СССР для разработки программных средств поддержки учебного процесса. Для этих компьютеров группой А. Г. Кушниренко из МГУ при поддержке акаде-

* Постановление ЦК КПСС и Совмина СССР от 28.03.1985 № 271 «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних учебных заведений и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс». *Вопросы образования*. 2005;(3):341–346. <https://cyberleninka.ru/article/n/postanovlenie-ot-28-marta-1985-g-271-o-merah-po-obespecheniyu-kompyuternoy-gramotnosti-uchaschihsya-srednih-uchebnyh-zavedeniy-i-shirokogo/viewer>

мика Е. П. Велихова были разработаны офисные приложения и среда для обучения информатике — «Е-практикум». Эти приложения поддерживали преподавание информатики по новому учебнику, а развитие учебных компьютерных сред на их основе продолжается и сегодня. В результате прорыва, совершенного за три года, СССР вышел в число мировых лидеров по использованию компьютеров в общем образовании. Благодаря производству отечественных школьных компьютеров к началу 1990-х годов более четверти всех средних школ СССР были оснащены кабинетами вычислительной техники.

В сфере ответственности А. Ю. Уварова находилось и создание журнала «Информатика и образование». В первом номере журнала в 1986 году выходит его статья [21], в которой была предложена программа внедрения компьютеров в сфере общего образования. Выработывая направления цифрового обновления школы, он вместе с академиком А. П. Ершовым готовит проект первой отечественной Концепции информатизации образования, которая намечала переход от компьютеризации образования к новому этапу его цифрового обновления. Концепция информатизации образования также была опубликована в журнале «Информатика и образование» [22].

А. Ю. Уваров поддержал инициативу АН СССР по созданию временного научно-технического коллектива «Школа-1» (ВНТК «Школа-1»), который под научным руководством академика Евгения Павловича Велихова организовал Алексей Львович Семенов. В состав ВНТК вошли работники АН СССР, ведущих вузов страны и специалисты предприятий военно-промышленного комплекса. Коллектив начал исследования и разработки по формированию перспективной системы школьного образования, которая базировалась на результатах новейших отечественных и зарубежных достижений в использовании учащимися цифровых технологий. А. Ю. Уваров принимал активное участие в создании коллектива и его работе. По его инициативе в ВНТК «Школа-1» вошли Василий Васильевич Давыдов, Борис Михайлович Бим-Бад, Виталий Владимирович Рубцов и другие педагоги и исследователи проблем цифрового обновления школы. Работа ВНТК «Школа-1», которая была продолжена Институтом новых технологий, во многом стала базой информатизации российской школы в последующие десятилетия.

5. Лаборатория телекоммуникаций в образовании Научного совета АН по комплексной проблеме «Кибернетика»

В марте 1988 года Минпрос СССР был упразднен. В то время центром перспективных исследований и международных программ по цифровому обновлению образования в нашей стране был Научный совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» (НСК) — базовая организация ВНТК «Школа-1». По приглашению академика А. П. Ершова, тогда

председателя Совета, и А. Л. Семенова, заместителя Е. П. Велихова по ВНТК «Школа-1», Александр Юрьевич приходит на работу в НСК. В Совете и его правопреемниках* продолжается творческая биография А. Ю. Уварова. Он работает над проблемами информатизации образования [23] и развития общеобразовательного курса информатики [24].

В середине 1980-х годов наряду с общим пониманием важности цифровых технологий для школы у академика Е. П. Велихова, затем у академика А. П. Ершова и А. Л. Семенова сформировалось представление о стратегической роли телекоммуникаций в образовании. В качестве примера можно упомянуть проект VelNam 1985–1994 годов и другие [25]. Однако до массового распространения интернета телекоммуникационные проекты были технически сложными и затратными. Возможность использования телекоммуникаций и интернета для международного проекта обсуждалась Петером Копеном и А. Л. Семеновым в начале 1987 года, что послужило стартом для глобального проекта iEARN**.

А. Ю. Уваров уже на ранней стадии развития школьной коммуникации распознал образовательную важность интернета. Придя в НСК, Уваров организует лабораторию «Телекоммуникации в образовании», где возглавляет международный проект «Школьная электронная почта (ШЭП)». Обратим внимание на то, что лаборатория и проект стартовали еще до начала «эры интернета». Показательно, что в разных отношениях замечательный проект Национального географического общества Kidnet [26], в котором также участвовала лаборатория А. Ю. Уварова, в 1989–1990 годах строился не на интернете, а на альтернативной дорожке технологии BITNET. В лаборатории Уварова была построена первая в нашей стране межшкольная телекоммуникационная сеть. С участием педагогов и старшеклассников нескольких десятков школ Москвы и штата Нью-Йорк в рамках проекта iEARN была создана и проверена на практике методика подготовки и проведения международных учебных телекоммуникационных исследовательских проектов.

Публикации о результатах проекта ШЭП, который находился на фронте педагогических исследований того времени, были востребованы зарубежными высокорейтинговыми изданиями [27–29], хотя и не вызвали интереса среди ученых-педагогов в нашей стране. В мире, где расстояния между людьми сжимались по мере распространения интернета, проект ШЭП по-новому ставил проблемы межкультурного взаимодействия школьников, расширял арсенал методов изучения иностранных

* В 2005 году НСК РАН был объединен с ВЦ РАН, который в 2014 году вошел в состав Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН (ФИЦ ИУ РАН). Сегодня преемником НСК является Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга ФИЦ ИУ РАН.

** iEARN. Learn with the World, not Just About it. <https://iearn.org>

языков [30]. Транснациональные исследовательские проекты позволяли участникам обмениваться уникальными результатами наблюдений подобно тому, как это принято в научном сообществе, а командная работа школьников становилась нормой. Важной особенностью проекта ШЭП стало сознательное использование методистами, педагогами и учащимися структур и принципов работы в малых группах: принятие учащимися обязательств по выполнению специфических ролей, их личная (индивидуальная) ответственность за результаты работы, позитивная взаимозависимость, максимизация непосредственных взаимодействий, освоение и использование навыков общения и сотрудничества, систематический анализ хода и результатов выполняемой работы.

За три года существования проекта ШЭП в нем активно участвовали более четырехсот школьников и около тридцати учителей из двенадцати московских школ. Кроме того, более сорока учителей и несколько тысяч школьников были задействованы в различных мероприятиях, проводимых в школах по ходу выполнения учебных исследовательских проектов. Результаты проекта были представлены на всероссийских и международных конференциях и в научно-педагогических изданиях [31]. Опыт, накопленный в проекте ШЭП, Александр Юрьевич обобщил в двух книгах [32, 33], которые остаются актуальными и сегодня.

Проект ШЭП на десятилетие опережал практику работы передовых школ многих стран: используемые в нем профессиональные компьютеры, видеотелефоны, принтеры и интернет были малодоступны школам в конце 1980-х годов. Тогда многим казалось, что наличие этих устройств само по себе немедленно сделает обучение в школах более результативным. Благодаря проекту ШЭП было показано, что наличие современных компьютеров в школе само по себе ничего не меняет в учебном процессе: для эффективной работы в цифровой среде мало уметь читать, писать, считать и включать компьютер, для достижения новых образовательных результатов требуются преобразования в организации работы школы, где могут помочь цифровые технологии (ЦТ). Необходимо одновременное изменение содержания, методов и организации учебной работы, способов оценки ее результатов, развитие новых отношений в педагогическом и ученическом коллективах. ЦТ выступают как один из ключевых инструментов для осуществления необходимых изменений. Включение учебных телекоммуникационных проектов в основной учебный процесс (помимо факультативов и кружковой работы) создает условия и помогает двигаться в этом направлении. Однако для движения в этом направлении нужны качественно новые учебные курсы. На решение данной задачи был нацелен новый международный проект, который Александр Юрьевич инициировал в 1991 году.

Проект «Мир вокруг нас» стал логическим продолжением проекта ШЭП, вобрав в себя важный раздел основного общего образования. «Мир вокруг нас»

был посвящен созданию интегрированного вводного курса естествознания. Научно-методическую работу взяли на себя ученые из Центра исследований и разработки учебных программ (Curriculum Research & Development Group (CRDG)) Педагогического колледжа Гавайского университета (College of Education at the University of Hawai'i Mānoa) и Лаборатории телекоммуникации в образовании НСК РАН. Исходным материалом для проекта послужили методические решения авторов курса FAST, разработанного в CRDG [34], опыт учителей физики московской гимназии № 67 Елены Ильиничны Африной и Александра Андреевича Чеботарева в области преподавания естественно-научных дисциплин [35], а также методический задел, накопленный в Лаборатории телекоммуникации в образовании НСК РАН в ходе применения проекта ШЭП.

Разработанный курс* ставит школьника в позицию начинающего исследователя-естествоиспытателя [36–40]. В центре учебного процесса находятся лабораторные работы и учебные исследовательские проекты. Каждый учащийся планирует и проводит опыты и фиксирует результаты в своем лабораторном журнале, ищет необходимые материалы в электронной библиотеке, обсуждает результаты с одноклассниками, готовит к изданию свои «научные труды», обменивается результатами с учащимися других школ по электронной почте и выступает на учебно-научных конференциях. Кроме того, учащиеся регулярно просматривают и обсуждают видеозаписи своих занятий, изготавливают приборы для домашней лаборатории, ведут наблюдения и эксперименты за пределами классной комнаты (дома, по пути в школу, во время каникул). Школьники учатся работать в группе (задавать вопросы, обсуждать происходящее с коллегами по учебной группе, не мешая остальным) и действовать самостоятельно. Учитель организует групповую работу, отвечает на вопросы. Его главная задача — организовать учебную среду, помогать школьникам, не доминируя в классе. В процессе обсуждения полученных результатов учащиеся рассказывают о своих наблюдениях, учатся правильно вести себя во время дискуссии, приобретают опыт взаимного оценивания.

Вводный курс естествознания охватывал все естественно-научные дисциплины — физику, биологию, географию, астрономию и химию. Их связывала между собой проектная работа школьников и используемые в ней цифровые технологии [41–44]. Компьютерный компонент курса включал в себя освоение клавиатуры (слепая десятипальцевая печать) и текстового редактора, подготовку значительного количества собственных текстов, работу с файловой системой (создание и ведение своих архивов), освоение презентационной графики, графического

* В ходе работы проекта курс называли «Мир вокруг нас», а затем «Е-56 (Естествознание 5–6 классы)». После завершения проекта он получил название «Основы естественно-научных исследований».

редактора (подготовка иллюстраций к творческим работам учащихся) и динамических (электронных) таблиц (сбор, хранение и обработка результатов исследований).

Проект «Мир вокруг нас» показал, что новые информационные технологии позволяют успешно организовать совместную работу педагогов и школьников, которые находятся в различных городах, облегчают методическую поддержку педагогов, осваивающих качественно новые формы учебной работы. Сетевая коммуникация помогает взаимному методическому обогащению учителей, имеющих разный опыт, различную методическую и предметную подготовку и принадлежащих к различным педагогическим культурам. Курс «Основы естественно-научных исследований» уже более двадцати лет изучают учащиеся V–VI классов московской гимназии № 67 (впоследствии № 1567) и ряда других школ России. Предложенные в нем организационно-педагогические решения продолжают вызывать практический интерес у педагогов, которые задумываются об интеграции естественно-научных дисциплин в школе. Реализованные в данном проекте методические решения остаются востребованными и сегодня [45].

Коллективная разработка учебно-методических материалов и опыт учителей, преподающих разные естественно-научные дисциплины, показали слабую координацию действующих учебных программ и учебников (несогласованность и противоречивость понятийного аппарата и способов изложения отдельных тем естественно-научных дисциплин), которая препятствует кооперации учителей и формированию у учащихся единой естественно-научной картины мира.

Работа над дизайном курса «Мир вокруг нас» привела Александра Юрьевича к формированию концепции открытой учебной архитектуры [46, 47]. Появление цифровой составляющей учебно-методического пространства (цифровой образовательной среды) означает переход от «образования в условиях ограниченного доступа к информации» к «образованию с неограниченным доступом к информации». Индустриальная революция, дешевизна книгопечатания привели к революционным изменениям в «доиндустриальном образовании», позволили создать массовую школу, которая отвечает представлениям о хорошо организованном предприятии с «закрытой» учебной архитектурой. Учебный процесс здесь жестко фиксирован учебными программами и учебно-методическими комплектами, которые предлагаются учителям. Закрытая учебная архитектура предполагает:

- фиксированные требования к учебно-воспитательному процессу (учитель, школа, низовые органы управления образованием, учащиеся, общественность не допущены к изменению задаваемых сверху технологических норм, которые определяются единым «технологическим центром»);

- замкнутый набор доступных учителю методических средств (которые он обязан знать и применять);
- ограничения на вариативность доступной информации (единый учебник у каждого ученика);
- регламентацию работы всех участников образовательного процесса, ориентированную на ограничение «педагогической халтуры», планомерное повышение результативности учебной работы.

Учебный курс с открытой учебной архитектурой, который разрабатывался в проекте «Мир вокруг нас», снимает эти ограничения. Фактическое содержание учащиеся получают в курсе, как правило, в виде текстов «компьютерной энциклопедии» или учебной базы данных, учебных видеофильмов, советов и рекомендаций учителя при выполнении лабораторных и проектных заданий. Заменой традиционного учебника или дополнением к нему становится заведомо избыточная коллекция специально подобранных учебных текстов, описаний занимательных фактов, справочной информации. Весь материал представлен в цифровой форме и доступен школьникам через компьютерную сеть. Одна из задач учащихся — научиться использовать эти (как и другие сетевые) материалы в ходе подготовки к выполнению работ, анализа получаемых результатов и подготовки собственных «научных отчетов». Основной рабочий материал — личный «лабораторный журнал», который помогает учителю организовать работу школьников на протяжении учебного года. Подготавливаемые школьниками на компьютере отчеты, презентации и доклады также доступны в сети, где накапливаются материалы всех, кто изучал и изучает этот курс. Выработка у школьников навыка работы с текстовым редактором позволила существенно увеличить количество и повысить качество подготавливаемых учащимися текстов, которые могут быть использованы для сопоставления с собираемыми данными, оценки достоверности этих данных, выявления и объяснения возникающих различий.

В 2012 году Александр Юрьевич инициировал трехлетний проект «Создание интегрированного развивающего курса «Окружающий мир», ориентированного на работу в ИКТ насыщенной среде школы (Ракурс ОкруМир 1–4)». Этот проект стартовал после заключения договора между Московским институтом открытого образования (МИОО, ректором которого тогда был А. Л. Семенов) и педагогическим факультетом Гавайского университета. МИОО финансово поддержал работу российских ученых и методистов, проект получил статус экспериментальной площадки Федерального института развития образования «Школа открытий», транспортные расходы иностранных коллег взял на себя фонд «Вольное дело». Основными методами учебной работы становились исследование и проектирование [48]. Начиная с первого класса учащиеся самостоятельно конструировали простые инструменты экспериментального

исследования из вторсырья, например, флюгер, дождемер, рулетку, мензурку и т. п. Дети создавали также приспособления и технические устройства: дождевики, солнечные и песочные часы, машинки, парусники, дома и многие другие, — которые использовались ими в дальнейшем для исследовательских проектов. Каждый результат исследования или проектной работы, а также ежедневные наблюдения и события учебной и внеурочной жизни классного коллектива фиксировались в учебном календаре, который впоследствии становился основным источником данных для анализа, построения графиков и диаграмм, формулирования выводов (диаграмма восхода и захода солнца, среднемесячная и среднегодовая температура, диаграмма роста, роза ветров региона и т. д.). Кроме учебного календаря в курсе использовался целый ряд рабочих инструментов: коробка изобретателя, книга вопросов и открытий, рабочий словарь, карты понятий, лабораторный журнал и др. Выполняя учебные проекты и исследования, учащиеся постепенно осваивали цифровые инструменты: цифровые датчики, компьютер, мобильный телефон, видеокамеру, цифровую среду, интернет. Глядя на активных и умелых учащихся, А. Ю. Уваров нередко вспоминал инженера из повести Жюль Верна «Таинственный остров» — Сайруса Смита. Этот персонаж мог сделать из подручных материалов практически все необходимое для выживания на необитаемом острове.

В проекте участвовали десятки школ Москвы, Зеленограда, Санкт-Петербурга, Усть-Лабинска, Кондрово и других городов. Для его распространения и обмена опытом регулярно проводились онлайн и выездные семинары, в которых вместе с опытными российскими педагогами участвовала эксперт Гавайского университета Кэрл Энн Бреннан.

С 2014 года накопленный опыт и разработанные учебно-методические материалы проекта использовались в обучении студентов 1–3-го курсов факультета начального образования МПГУ. Главной целью этого этапа было формирование у будущих педагогов опыта исследовательской и проектной деятельности и навыка организации этой работы у младших школьников. Со студентами проводились двухнедельные погружения (интенсивы), регулярные еженедельные занятия, была организована практика в школах и индивидуальная работа в информационной среде. Значительная часть выпускников факультета, прошедших подобную подготовку, до сих пор использует навыки исследовательской и проектной деятельности в своей работе в начальных классах.

Представление об открытой учебной архитектуре явилось трамплином для формирования представлений об образовательной среде школы с персонализированно-результативной организацией. Появление порталов персонализированного обучения открывает возможность использовать открытую архитектуру в практике работы массовой школы.

В конце 1990-х годов Александр Юрьевич стал одним из инициаторов российско-американского проек-

та «Гражданское образование для жителей информационного века» (Civics Education for the Information Age — CEIA), в ходе которого велась разработка курса «Введение в современные социальные проблемы» для учащихся старших классов общеобразовательной школы [49]. Из двух измерений гражданского образования — институционального (связанного с организацией школьной жизни) и предметного (связанного с содержанием изучаемых учебных предметов) — разработчики курса сконцентрировали внимание на предметном измерении. Курс рассматривает демократическое устройство общества как нечто становящееся, динамичное, помогающее решать актуальные социальные проблемы. Поэтому результат освоения учебного материала — это способность совместно со своим окружением решать постоянно возникающие в повседневной жизни социальные задачи. Для одних задач существуют стандартные процедуры, которые надо знать и применять. Для других стандартные процедуры отсутствуют, и учащиеся должны выстраивать их согласно уже сложившимся демократическим установкам. Таким образом, курс должен подготовить обучаемых к ответственному поведению в активной общественной жизни. Выпускник школы должен быть способен смотреть на возникающие социальные проблемы с разных общественно значимых позиций или точек зрения (юриста, социолога, политика и экономиста), владеть сложившимися средствами их описания и процедурами, которые используются для их разрешения. Совокупность этих средств и процедур составила формальное содержание курса, которое можно рассматривать в рамках привычных педагогических категорий: знания, умения и отношения (ценности). Выполняя учебные проекты и описывая реальные проблемы социальной жизни, школьники учатся рассматривать и обсуждать их одновременно с нескольких общественно значимых позиций. Благодаря этому учащиеся вырабатывают способность примерять (проигрывать) различные роли и анализировать получающиеся результаты с различных точек зрения.

Чтобы действовать, гражданину, кроме общественно значимых, нужна еще собственно гражданская позиция. При описании гражданской позиции в курсе фиксируются четыре базовых роли:

- 1) исследователь (сбор, анализ и оценка информации);
- 2) организатор (планирование, контроль исполнения);
- 3) лицо, принимающее решения (выстраивание альтернатив и выбор);
- 4) коммуникатор (представление имеющихся данных, аргументация принятых решений).

Чтобы решить задачу, прийти к некоторому выводу и эффективно представить полученные результаты другим, школьники также должны уметь выполнять роли исследователя, организатора, лица, принимающего решения, и коммуникатора в рамках каждой предметной позиции. Таким образом, выделенные роли и предметные дисциплины сливаются.

В ходе занятий старшеклассники учатся задавать вопросы, собирать информацию, анализировать и суммировать данные, искать предубеждения и скрытые цели, проверять, доказывать, принимать решения, убедительно доводить их до сведения других людей. Выполняемая проектная работа должна способствовать решению реальных проблем на благо окружающего школьников сообщества.

Методической основой курса стало объединение положений педагогического конструкционизма и развивающего обучения, а сам курс представляет собой последовательность проектов, которые выполняются учащимися на материале окружающей жизни. Таким образом, принципы отбора содержания и построения курса «Введение в социальные проблемы» аналогичны принципам построения вводного курса естествознания.

Учебно-методические материалы для работы по курсу были разработаны педагогами красноярских школ [50]. Опыт его проведения показал, что предложенный подход стимулирует интерес школьников к общественным процессам и явлениям: учащиеся обнаружили, что уроки в классе могут быть напрямую связаны с реальной жизнью.

Опыт международных проектов выявил острый дефицит материалов для учителей по методике организации работы учащихся в малых группах. Александр Юрьевич Уваров разработал учебно-методическое пособие «Кооперация в обучении: групповая работа» — одно из первых отечественных методических пособий по этой теме [51]. Оно вышло в серии «Подготовка педагогов к решению задач гражданского образования» (где соредакторами А. Ю. Уварова были Исаак Давидович Фрумин и Борис Иосифович Хасан) и легло в основу курса «Современные педагогические технологии», который автор вел в Университете Российской академии образования.

Александр Юрьевич принял активное участие в обсуждении реформы обучения информатике, начавшемся на пороге третьего тысячелетия [52]. Совместно с А. Л. Семеновым и А. А. Кузнецовым он предложил систему многоступенчатого изучения информатики и информационных технологий на всех этапах школьного образования, где при переходе от ступени к ступени приоритетные цели обучения меняются [53]. В качестве основных направлений развития этой образовательной области предлагалось:

- сокращение объема осваиваемых школьниками рутинных технологических знаний, связанных со спецификой отдельных цифровых инструментов;
- разгрузка курсов по информатике путем переноса отработки умений по использованию ЦТ в курсы по изучению общеобразовательных дисциплин, их интеграции с изучением информатики;
- перенос формирования алгоритмического мышления в младшие классы, где синтетичность его освоения максимальна;

- активное освоение «социальной информатики» (информационной безопасности, правовых и этических вопросов работы с информацией).

Согласно предложенной концепции, одной из приоритетных целей общего образования должна стать формирование информационной и коммуникативной компетентности выпускников, а основой для проведения этой работы должна быть образовательная область «Информатика и информационные технологии». Сегодня, когда уровень информационно-коммуникативной компетентности выпускников школы вызывает серьезное беспокойство [54], предложенные решения по совершенствованию преподавания информатики остаются актуальными.

В начале 2000-х годов в российских школах стал распространяться интернет. Для ознакомления педагогов с новой цифровой технологией была образована «Федерация Интернет-образования» (ФИО) [55], и ее филиалы появились во многих регионах России. Александр Юрьевич предложил Светлане Михайловне Авдеевой, которая была в то время директором образовательных программ ФИО, провести формирующий эксперимент для ответа на вопрос: можно ли обучать школьников естественнонаучным дисциплинам через интернет с такими же результатами, какие получает ученик из хорошей физико-математической школы? Так появился проект «ИнтернетКласс» [56], в ходе которого:

- разработана и проверена перспективная модель обучения школьников через интернет (коллектив сетевых педагогов-предметников вел занятия с группами учащихся в удаленных регионах России при поддержке кураторов на местах);
- выявлены методические приемы и техники, которые необходимы педагогам (сетевой преподаватель, куратор, методист);
- выработана методика подготовки сетевых педагогов в области педагогического дизайна, организации сетевого взаимодействия с коллегами и учениками.

В эксперименте использовалась установленная в Московском центре ФИО система дистанционного обучения «Доцент». Обучение проводили высококвалифицированные педагоги, которые образовали сетевое объединение методистов «ИнтернетКласса» [57]. В эксперименте приняли участие несколько сотен школьников и их кураторы из Москвы, Петербурга, Карелии, Самарской и Тюменской областей, Алтайского края и других регионов России. Обучаемые, как правило, посещали занятия в центрах ФИО на местах, где у них был доступ к интернету.

В ходе экспериментального обучения были выявлены ключевые условия результативного обучения через интернет, среди которых:

- добросовестные кураторы на местах;
- групповая работа учащихся;
- хорошо подготовленные преподаватели;
- качественные учебные материалы;
- индивидуализация работы учащихся.

Результаты выполнения учащимися практических работ и сетевых заданий, данные анкетирования и протоколов тестирования показали, что высокорезультативное обучение школьников через интернет возможно. Вместе с тем по сравнению с обычной школой оно более затратно.

6. Проект «Информатизация системы образования»

Александр Юрьевич Уваров внес заметный вклад в успешное осуществление федерального проекта «Информатизация системы образования» (ИСО), подготовка и осуществление которого проходили в 2002–2008 годах [58]. В качестве эксперта, а затем руководителя экспертно-аналитического центра проекта он участвовал в определении концепции и задания на выполнение проекта, экспертном сопровождении выполняемых работ. Он был среди разработчиков принятой в проекте модели непрерывного профессионального развития учителей [59], а кластерная модель процесса информатизации школы, которую Уваров предложил совместно с Григорием Моисеевичем Водопьяном [60], использовалась как один из инструментов оценки результативности проекта ИСО. Александр Юрьевич курировал разработку коллекции цифровых образовательных ресурсов [61], принял участие в формулировании задания на второй этап проекта ИСО, в выработке процедур распространения и внедрения в школах инновационных учебно-методических материалов, которые были созданы в ходе проекта [62]. По результатам проекта ИСО А. Ю. Уваров в составе авторского коллектива был удостоен в 2009 году премии Правительства РФ в области образования за создание научно-практической разработки «Комплексная модель информатизации образования: учитель — школа — муниципалитет — регион».

Важным вкладом Александра Юрьевича и международных экспертов проекта ИСО в развитие российской педагогической науки стало привлечение внимания отечественных разработчиков учебных программ и материалов к быстро развивающимся инструментам и методам педагогического дизайна. В начале 1990-х годов Александр Юрьевич и его коллеги из компании «УНИАР»^{*} адаптировали и использовали отечественный и зарубежный опыт создания результативных учебных материалов для налаживания поточного производства обучающих программ для зарубежного рынка. Этот опыт высоко оценил ректор Университета РАО Б. М. Бим-Бад, который предложил Александру Юрьевичу описать его в книге «Электронный учебник: теория и практики» [5]. Издание вызвало большой интерес, его расширенная редакция вышла в интернет-журнале ФИО и быстро стала настольной книгой отечественных разработчиков цифровых образовательных ресурсов. Сокращенная версия этого материала была опубликована в специальном вы-

пуске еженедельника «Информатика» [63]. Проект ИСО фактически легализовал педагогический дизайн в нашей стране как область современной дидактики. Позднее Александр Юрьевич подготовил развернутое методическое руководство по основам педдизайна. Оно вошло в книгу о разработках «УНИАР», вышедшую к юбилею компании [64].

7. Международный эксперт

Александр Юрьевич Уваров хорошо известен как международный эксперт в области цифрового обновления образования. Он был среди консультантов, подготовивших вторую версию рекомендаций ЮНЕСКО по структуре ИКТ-компетентности учителей (UNESCO ICT Competency Framework for Teachers, 2011)^{**}. Александр Юрьевич помогал педагогам разных стран разрабатывать национальные рамки и требования к ИКТ-компетенции педагогов, участвовал в изучении и анализе опыта использования рекомендаций. В составе международной группы экспертов он занимался подготовкой материалов, которые помогают органам управления образования создавать программы и планы по применению ИКТ в образовании [65]. Сегодня эти материалы используются во многих странах.

В числе других международных экспертов Александр Юрьевич участвовал в анализе и описании опыта инновационной работы ассоциированных школ ЮНЕСКО, победивших в конкурсе по использованию мобильных технологий в обучении [66]. Он был куратором одной из менторских групп тех школ, которые завоевали право участвовать в международном проекте «Инновационные школы» программы «Партнерство в образовании» корпорации «Майкрософт». Работа в менторских группах была нацелена на то, чтобы помочь участникам проекта стать обучающимися организациями. Проект был призван, среди прочего, привнести в школы опыт развития инновационных IT-компаний, которые рассматривались как островки цифровой трансформации недалекого будущего. Компания «Майкрософт» предоставила пакет методических материалов, чтобы подготовить школы к постоянным изменениям. При этом опорой должны были служить педагогические находки и опыт школ, которые являются лидерами в освоении ЦТ и добиваются с их помощью неплохих результатов. Создание «цифровой образовательной среды» одновременно с формированием необходимой педагогической культуры — сложный процесс, который не ограничивается закупками электронного оборудования и программных сред. Проект «Инновационные школы» позволил увидеть реальную картину изменений, происходящих в хороших образовательных организациях, которые осваивают возможности, предоставляемые быстро развивающейся цифровой средой [67].

* Компания «УНИАР». <https://uniar.ru/>

** См.: https://www.schoolnet.org.za/wp-content/uploads/Documents/ICT-CFT_ver2_5_July1.pdf

8. К школе с персонализированно-результативной организацией обучения

Занимаясь вопросами внедрения цифровых технологий в учебный процесс на уровне школы, Александр Юрьевич не оставляет без внимания изучение цифрового обновления образования как целостного явления. Его работы на эту тему в 2000-х годах [68–71] были устремлены в будущее, ориентировали педагогов на использование цифровых технологий для системного обновления школы. Подготовленный им совместно с академиками А. Г. Асмоловым и А. Л. Семеновым прогноз развития цифрового обновления в нашей стране [72], а также монография, где информатизация образования рассматривается как целостное педагогическое явление [73], задали установку на расширение границ традиционной классно-урочной системы организации обучения. Эти работы подтолкнули педагогов к обсуждению ключевых составляющих преобразования школы при переходе к индивидуализированной системе образовательной работы. Исследования Александра Юрьевича в этой области легли в основу одной из наиболее цитируемых сегодня книг по цифровой трансформации образования (ЦТО) [74]. В ней он рассматривает ЦТО как очередной этап цифрового обновления школы, который приводит на смену информатизации образования. ЦТО трактуется как взаимоувязанное (системное) обновление целей и содержания обучения, инструментов, методов и организационных форм учебной работы в развивающейся цифровой среде. Цель ЦТО — всестороннее развитие каждого обучаемого, формирование у него компетенций, необходимых для жизни в цифровой экономике. А. Ю. Уваров полагает, что ЦТО — это движение к персонализированно-результативной организации обучения в непрерывно совершенствующейся (обучающейся) образовательной организации, а лозунг ЦТО гласит: «Движение от школы для всех — к школе для каждого».

Цифровая трансформация разворачивается в широком контексте, который определяется базовыми сценариями развития образовательной системы. Александр Юрьевич выделяет три группы вариативных сценариев: *инерционный, трансформационный и дивергентный* [75]. *Инерционный сценарий* предполагает, что традиционная (усредненная) модель организации обучения все больше формализуется. Здесь ЦТ используют для того, чтобы лучше внедрять проводимые сверху решения, усиливать контроль, гарантировать однообразие тестируемых образовательных материалов и методических решений. В ходе *трансформационного сценария* образовательные организации постепенно превращаются в культурные центры местных (и/или профессиональных) сообществ, в «мобильные школы», в место учебы и личностного развития на протяжении всей жизни. ЦТ служат инструментом повышения индивидуализации учебной работы и ее результативности. При *дивергентном сценарии* недостаточная эффективность традицион-

ных образовательных организаций компенсируется за счет развивающихся сетевых образовательных услуг (сервисов). Развиваются сетевые образовательные сервисы, местные и сетевые образовательные сообщества, традиционная образовательная система размывается, и учащиеся стремятся получить образование за пределами формальной школы.

Инерционный сценарий ориентирован на сохранение статус-кво. В условиях перехода к цифровой экономике он не имеет долгосрочной перспективы и неизбежно сменяется трансформационным сценарием. Естественно предположить, что, если это почему-либо не происходит, защитные силы социального развития будут замещать (вытеснять) деградирующую традиционную школу другими структурами для обучения и воспитания подрастающего поколения в рамках дивергентного сценария. Развитие по дивергентному сценарию неустойчиво. Скрытые в нем угрозы социального дарвинизма будут стимулировать переход от дивергентного сценария к трансформационному. Переход к трансформационному сценарию через дивергентный сделает процесс цифрового обновления намного более затратным. Это важный практический вывод, который непосредственно следует из проведенного анализа.

А. Ю. Уваров показал, что цифровая трансформация ведет к радикальному расширению традиционного хронотопа учебной работы [75]. Она требует пересматривать базовые представления, на которых построена традиционная школьная жизнь (расписание, классный журнал, дневник, звонок, классная комната и т. д.). Цифровая трансформация заставляет обратиться к педагогическим представлениям о результативном образовании [76], к новому пониманию школы полного дня. В трансформированной школе вмещающее пространство образовательного процесса зависит и от действующей социальной организации, и от используемых информационных технологий, и от наличного разнообразия цифровых инструментов, учебно-методических материалов и сервисов. Таким образом, расширяются возможности получения образования за пределами традиционных образовательных организаций.

Анализируя результаты недавно проведенного мониторинга [77], Александр Юрьевич показывает, что большинство российских школ еще не готово всерьез решать задачи цифровой трансформации образования. Планирование и осуществление цифрового обновления школ требует вариативных решений с учетом реального состояния отдельных образовательных организаций, каждая из которых продвигается по этому пути в своем темпе.

По мнению А. Ю. Уварова, одной из главных трудностей, препятствующих цифровой трансформации образования и превращению общеобразовательных школ в смарт-школы [78], является отсутствие отечественных примеров завершения такой трансформации и перехода к персонализированно-результативной организации учебной работы. Десять лет назад он возглавил инновационную площадку Феде-

рального института развития образования, которая была образована на базе Санкт-Петербургской школы № 550. Под его научным руководством педагоги этой школы разрабатывали и внедряли у себя различные элементы персонализированно-результативной модели организации учебной работы. Трансформация школы захватывала все стороны работы образовательного учреждения, распространялась на разные возрастные группы учащихся [79, 80].

Переход к новой модели учебной работы требует одновременно (системно) решить шесть взаимосвязанных задач:

- перейти от традиционного «прохождения учебного материала» к достижению желаемых учебных результатов каждым обучаемым;
- изменить способы оценивания успешности учебной работы школьников;
- пересмотреть роли участников и способы осуществления учебной работы;
- модернизировать (обновить) физическую и цифровую образовательную среду школы;
- обновить регламент работы школы.

Для каждого обучаемого цикл учебной работы начинается с присвоения целей учебной работы и завершается лишь после достижения очередного учебного результата. Каждый ученик знает, чего он должен достичь при освоении материала очередного учебного блока и как он будет демонстрировать достижение этого результата. Он понимает, что не сможет двинуться дальше, не преодолев этот рубеж.

Приняв цели учебной работы, обучаемый берет на себя роль субъекта учебной работы, целенаправленно разворачивает собственную учебную деятельность. Главной заботой учителя становится постановка перед обучаемым очередной учебной задачи, формирование условий, помогающих ее достижению (а не изложение учебного материала). Роль педагога как «носителя знаний» сужается, а роль наставника и консультанта, роль «мастера учения» становится ведущей.

В новой модели учителю во время урока требуется свободное пространство, нужны инструменты для работы с несколькими малыми группами, а также условия для динамичного управления их работой. Для этого учебные помещения школы нужно переоборудовать таким образом, чтобы группы не мешали друг другу, учитель мог постоянно держать их в поле зрения, а учебные материалы были в открытом доступе. Среди необходимых инструментов существенную роль здесь играют цифровые инструменты: планшеты, демонстрационное оборудование, цифровые учебные материалы, интернет-сервисы и т. п.

В начале экспериментальной работы новая модель многим казалась неудобной и странной, но по мере изучения учащиеся и педагоги ее освоили. В основе модели лежат два известных принципа:

- цели обучения, заданные извне, должны быть переработаны учеником и стать его личными целями;
- успешность учебной работы обеспечивается за счет индивидуализации темпа, организации

и методов учебной работы, с помощью учебных материалов и благодаря специальным усилиям педагогов по развитию личностных качеств школьника.

Среди главных достоинств новой модели учащиеся отмечали следующие:

- понятное описание целей и результатов обучения;
- прямая связь между достигнутыми результатами и результатами оценивания;
- возможность самостоятельно планировать свое учебное время.

У большинства учащихся переход к новой модели организации учебной работы не вызвал затруднений. Однако в работе учителей произошли существенные изменения. Они отмечают, что раньше:

- «мы учили всех, а теперь должны учить каждого: с каждой контрольной работой рано или поздно должны справиться все до единого ученика»;
- «раньше ответственность за результаты обучения лежала на учителе, теперь большую часть ответственности надо передать ученику и его родителям».

Учебный класс потерял однородность: занятия, как правило, проходят в малых группах, в результате чего учитель получает сразу два вызова. От него требуется:

- постоянно готовить учебные материалы и задания для каждой группы;
- найти свое место при новой организации учебного процесса, увидеть себя в новой роли наставника и консультанта.

Чтобы ответить на первый вызов, учителя вынуждены сами готовить учебные и методические материалы, операционализировать учебные результаты, что требует повышения уровня квалификации в области педагогического дизайна. Для создания нормативов учебных достижений приходится привлекать дополнительных консультантов. Из-за наличия в классе нескольких групп учеников, которые усваивают учебную программу в разном темпе, к каждому уроку учителя вынуждены готовить несколько различных методических разработок. Среди наиболее сложных проблем в своей работе учителя называют:

- организацию на уроке результативной работы нескольких учебных групп, которые движутся по своим учебным траекториям с разной скоростью;
- согласование оценивания по существующей пятибалльной системе с требованием результативной учебной работы (достиг или не достиг результата);
- выполнение учебной программы отстающими, формирование у них учебной мотивации.

Авторы разработки отмечают: «Накопленный опыт показывает, что персонализированно-результативная модель учебной работы обладает неоспоримыми достоинствами, однако ее невозможно ввести “приказом сверху”. Ее освоение требует

многоаспектной трансформации образовательного процесса, которую невозможно провести без подвижной творческой работы всего педагогического коллектива, сотрудничества родителей и учеников, компетентной методической поддержки» [80].

9. Заключение

Сегодня Александр Юрьевич Уваров — признанный авторитет в области цифрового обновления образования, педагогического дизайна и содержания образования. Его биография, как в зеркале, отражает полувековую историю цифрового обновления отечественной школы. В своих исследованиях он постоянно заглядывает в будущее, открывая новые горизонты развития российского общего образования. А. Ю. Уваров — автор более двух с половиной сотен печатных работ, среди которых свыше полутра десятков книг. Его недавние публикации, которые посвящены цифровой трансформации школы, разработке многоаспектной модели цифрового обновления образования, анализу информационно-коммуникационной компетентности школьников и перспективам развития общего образования, внимательно изучают преподаватели, руководители образования, педагоги-исследователи. Его работы всегда актуальны, а все вместе они полно раскрывают историю проникновения цифровых технологий в отечественное образование*.

Авторы статьи вместе с редакцией журнала «Информатика и образование» поздравляют Александра Юрьевича Уварова с юбилеем, желают ему творческих успехов и ждут новых исследований и публикаций, которые всегда вызывают интерес у работников школы.

Финансирование

Работа поддержана Междисциплинарной научно-образовательной школой Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова «Мозг, когнитивные системы, искусственный интеллект» (А. Л. Семенов) и Российским фондом фундаментальных исследований, грант № 19-29-14230 мк (В. А. Варданян), грант № 19-29-14146 мк (В. В. Гриншкун), грант № 19-29-14215 мк (С. А. Ловягин), грант № 19-29-14152 мк (Т. А. Рудченко).

Funding

The work was supported by the Interdisciplinary Scientific and Educational School of Lomonosov Moscow State University “Brain, Cognitive Systems, Artificial Intelligence” (A. L. Semenov) and the Russian Foundation for Basic Research, grant No. 19-29-14230 mk (V. A. Vardanyan), grant No. 19-29-14146 mk (V. V. Grinshkun), grant no. 19-29-14215 mk (S. A. Lovyagin), grant no. 19-29-14152 mk (T. A. Rudchenko).

Список источников / References

1. Семенов А. Л., Варданян В. А., Вишняков Ю. С., Гукасов И. И., Рудченко Т. А., Уваров А. Ю. Наследие А. И. Берга в кибернетике и образовании. От Совета

по кибернетике к Институту Берга. *Развитие вычислительной техники в России, странах бывшего СССР и СЭВ: история и перспективы. Труды V Международной конференции SoRuCom-2020*. М.: МЕСОЛ; 2020;1:282–289. EDN: XMXLCJ. Режим доступа: https://www.iis.nsk.su/files/news/SORUCOM-2020_RU.pdf

[Semenov A. L., Vardanyan V. A., Vishnyakov Yu. S., Gukasov I. I., Rudchenko T. A., Uvarov A. Yu. A. I. Berg's Heritage in cybernetics and education. From the Cybernetics Council to the Berg Institute. *Development of Computer Technology in Russia, the countries of the former USSR and the CMEA: history and prospects*. Proc. V Int. Conf. SoRuCom-2020. Moscow, MESOL; 2020;1:282–289. (In Russian.) EDN: XMXLCJ. Available at: https://www.iis.nsk.su/files/news/SORUCOM-2020_RU.pdf

2. Ершов А. П., Кушниренко А. Г., Лебедев Г. В., Семенов А. Л., Шень А. Х. Основы информатики и вычислительной техники: проб. учеб. для средних учебных заведений. М.: Просвещение; 1988. 209 с.

[Ershov A. P., Kushnirenko A. G., Lebedev G. V., Semenov A. L., Shen A. Kh. Fundamentals of informatics and computer technology: Trial tutorial for secondary school. Moscow, Prosveshchenie; 1988. 209 p. (In Russian.)]

3. Шварцбург С. И. О математической специализации в средней школе. *Успехи математических наук*. 1966;21(1(127)):205–214. Режим доступа: <https://www.mathnet.ru/rus/rm5839>

[Shvartsburg S. I. On mathematical specialization in secondary school. *Advances in Mathematical Sciences*. 1966;21(1(127)):205–214. (In Russian.) Available at: <https://www.mathnet.ru/rus/rm5839>

4. Чударев П. Ф., Лукьянец Ю. Ф., Уваров А. Ю. Некоторые вопросы автоматизации проектирования технологических процессов. *Изыскания оптимальных технологических процессов, штамповки, выполнения соединений и изготовления агрегатов из неметаллических материалов. Серия «Материалы / Совещания. Научно-исследовательский институт технологии и организации производства. НИИТ»*. М.: НИИТ; 1966:38–51.

[Chudarev P. F., Lukyanets Yu. F., Uvarov A. Yu. Some questions of automation of the design of technological processes. *Research of optimal technological processes, stamping, connection, execution and production of aggregates from non-metallic materials. Series “Materials / Meetings. Research Institute of Technology and Organization of Production. NIAT”* Moscow, NIAT; 1966:38–51. (In Russian.)]

5. Уваров А. Ю. Электронный учебник: теория и практика. М.: УРАО; 1999. 220 с.

[Uvarov A. Yu. Electronic textbook: Theory and practice. Moscow, URAO; 1999. 220 p. (In Russian.)]

6. Ситковский А. И., Уваров А. Ю. Эвристическая модель обучения в формальных средах (тезисы доклада). *Проблемы нейрокибернетики. Материалы III Всесоюзной конференции по нейрокибернетике*. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет; 1969. 335 с.

[Sitkovsky AI, Uvarov A. Yu. Heuristic model of learning in formal environments (abstracts). *Problems of neurocybernetics. Proc. III All-Union Conf. on Neurocybernetics*. Rostov-on-Don, Rostov State University; 1969. 335 p. (In Russian.)]

7. Багрянцев Ю. А., Уваров А. Ю. Об одной модели выработки двигательного образа. *Основные подходы к моделированию психики и эвристическому программированию. Материалы симпозиума*. М.: б. и.; 1968. 513 с.

[Bagryantsev Yu. A., Uvarov A. Yu. On one model of motor image development. *Basic approaches to modeling the mind and heuristic programming. (Proc. of the Symposium)*. Moscow, no publisher; 1968. 513 p. (In Russian.)]

8. Крюков В. Ф., Уваров А. Ю. Электронные вычислительные машины и педагогические исследования. М.: НИИ ОП АПН СССР; 1970. 135 с.

* С выступлением А. Ю. Уварова на юбилейном заседании Открытого семинара ВШЭ по образованию, который состоялся 31 января 2023 года, можно познакомиться на сайте Института образования НИУ ВШЭ: <https://ioe.hse.ru/news/812292585.html>

[Kryukov V. F., Uvarov A. Yu. Electronic computers and pedagogical research. Moscow, NII OP APN USSR; 1970. 135 p. (In Russian.)]

9. Крюков В. Ф., Уваров А. Ю. Пути внедрения ЭВМ в образование. *Проблемы совершенствования методов дидактических исследований*. М.: НИИ ОП АПН СССР; 1971:192–221.

[Kryukov V. F., Uvarov A. Yu. Ways of introducing computers into education. *Problems of improving the methods of didactic research*. Moscow, NII OP APN USSR; 1971:192–221. (In Russian.)]

10. Логвинов И. И., Уваров А. Ю. Об опыте построения исследования методом информационного моделирования. *О методах педагогических исследований*. Таллин: Минпрос Эстонской ССР; 1971:51–57.

[Logvinov I. I., Uvarov A. Yu. On the experience of constructing a study by the method of information modeling. *On the methods of pedagogical research*. Tallinn, Ministry of Education of the Estonian SSR; 1971:51–57. (In Russian.)]

11. Логвинов И. И., Уваров А. Ю. О построении оптимальных обучающих последовательностей. *Проблемы совершенствования методов дидактических исследований*. М.: НИИ ОП АПН СССР; 1970:141–145.

[Logvinov I. I., Uvarov A. Yu. On the construction of optimal training sequences. *Problems of improving the methods of didactic research*. Moscow, NII OP APN USSR; 1971:141–145. (In Russian.)]

12. Скаткин М. Н., Логвинов И. И., Уваров А. Ю. О видах обобщения в обучении. (Рец. на кн. В. В. Давыдова «Виды обобщения в обучении». М.: 1973.) *Советская педагогика*. 1973;(11):136–140.

[Skatkin M. N., Logvinov I. I., Uvarov A. Yu. On the types of generalization in teaching. (Review of the book by V. V. Davydov “Types of generalization in teaching”. Moscow, 1973.) *Soviet pedagogy*. 1973;(11):136–140. (In Russian.)]

13. Логвинов И. И., Уваров А. Ю. Об использовании ЭВМ в народном образовании ГДР. *Новое в управлении образованием*. Под ред. И. И. Логвинова, А. Ю. Уварова. М.: НИИ ОП АПН СССР; 1972:37–52.

[Logvinov I. I., Uvarov A. Yu. On the use of computers in public education in the gdr. *New in Education Management*. Ed. by I. I. Logvinov, A. Yu. Uvarov. Moscow, NII OP APN USSR; 1972:37–52. (In Russian.)]

14. Уваров А. Ю. О перспективах внедрения ЭВМ в образование. *Прогнозирование развития школы и педагогической науки*. Ред. М. Н. Скаткин, Г. В. Воробьев. М.: НИИ ОП АПН СССР; 1974:1:39–46.

[Uvarov A. Yu. On the prospects for the introduction of computers in education. *Forecasting the development of the school and pedagogical science*. Ed. by M. N. Skatkin, G. V. Vorobyov. Moscow, NII OP APN USSR; 1974:1:39–46. (In Russian.)]

15. Ribalta Someilán A., Vázquez M. M., Uvarov A. Yu. Utilización de las técnicas de cómputa en el proceso docente. *Revista Varona*. 1983;(10):25–38.

16. Уваров А. Ю., Фришт Е. И. Руководство по составлению стандартизованных контрольных работ. М.: НИИ ОП АПН СССР; 1976.

[Uvarov A. Yu., Frisht E. I. Guidelines for the preparation of standardized tests. Moscow, NII OP APN USSR; 1976. (In Russian.)]

17. Логвинов И. И., Уваров А. Ю., Фришт Е. И. Вопросы создания системы управления качеством обучения. *Вопросы совершенствования системы управления в просвещении*. Ред. И. И. Логвинов. М.: НИИ ОП АПН СССР; 1981:6–18.

[Logvinov I. I., Uvarov A. Yu., Frisht E. I. Issues of creating a system for managing the quality of education. *Issues of improving the management system in education*. Ed. by I. I. Logvinov. Moscow, NII OP APN USSR; 1981:6–18. (In Russian.)]

18. Логвинов И. И., Уваров А. Ю., Цирульников А. М. Проблемы создания государственной системы проверки результатов обучения в общеобразовательных школах. *Методы изучения опыта работы школ*. М.: НИИ СИМО АПН СССР; 1983:29–42.

[Logvinov I. I., Uvarov A. Yu., Tsurulnikov A. M. Problems of creating a state system for checking learning outcomes in secondary schools. *Methods for studying the experience of schools*. Moscow, NII SIMO APN USSR; 1983:29–42. (In Russian.)]

19. Уваров А. Ю. Педагогическое обеспечение средств автоматизации проектирования информационно-управляющих систем. *Вопросы совершенствования управления народным образованием на основе применения средств вычислительной техники*. Ред. И. И. Логвинов. М.: НИИ ОП АПН СССР; 1984:32–46.

[Uvarov A. Yu. Pedagogical support for automation of design of information-management systems. *Issues of improving the management of public education based on the use of computer technology*. Ed. by I. I. Logvinov. Moscow, NII OP APN USSR; 1984:32–46. (In Russian.)]

20. Уваров А. Ю., Вихрев В. В., Водопьян Г. М., Дворецкая И. В., Кочак Э., Левин И. Школы в развивающейся цифровой среде: цифровое обновление и его зрелость. *Информатика и образование*. 2021;36(7):5–28. EDN: RIKKEI. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-5-28

[Uvarov A. Yu., Vikhrev V. V., Vodopian G. M., Dvoretzkaya I. V., Coseac E., Levin I. Schools in an evolving digital environment: Digital renewal and its maturity. *Informatics and Education*. 2021;36(7):5–28. (In Russian.) EDN: RIKKEI. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-5-28]

21. Уваров А. Ю. ЭВМ на пути в школу. *Информатика и образование*. 1986;(1):13–17.

[Uvarov A. Yu. Computer on the way to school. *Informatics and Education*. 1986;(1):13–17. (In Russian.)]

22. Концепция информатизации образования. *Информатика и образование*. 1988;(6):3–31.

[The concept of informatization of education. *Informatics and Education*. 1988;(6):3–31. (In Russian.)]

23. Уваров А. Ю. Перестройка образования и информатизация общества. *Прогнозное социальное проектирование*. Ред. Т. М. Даридзе. М.: Наука; 1989:55–92.

[Uvarov A. Yu. Restructuring of education and informatization of society. *Predictive Social Design*. Ed. by T. M. Daridze. Moscow, Nauka; 1989:55–92. (In Russian.)]

24. Уваров А. Ю. Информатика в школе: вчера, сегодня, завтра. *Информатика и образование*. 1990;(4):3–10.

[Uvarov A. Yu. Informatics at school: Yesterday, today, tomorrow. *Informatics and Education*. 1990;(4):3–10. (In Russian.)]

25. Cole M. An experiment in computer-mediated cooperation between nations in conflict. A report of the laboratory of comparative human cognition. UCSD, 1994. Available at: <https://lchc.ucsd.edu/Histarch/velham.html>

26. Bradsher M. Making Friends in the Global Village: Tips on International Collaborations. *Learning & Leading with Technology*. 1996;23(6):48–51.

27. Prussakova A., Uvarov A. New-York State / Moscow School Telecommunication Project: First Year of Experience. *Computers in Education*. Ed. by A. McDougl, C. Dowling. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers B. V.; 1990:1027–1030.

28. Uvarov A. The Moscow School Telecommunications Network Today. *Interaction*. 1991;1(1):3–5.

29. Prussakova A., Uvarov A. The International Telecommunication Project in the Schools of Moscow and New York State. *Education Technology: Research and Development*. 1992;40(4):111–118. Available at: https://www.academia.edu/29516132/The_international_telecommunication_project_in_the_schools_of_Moscow_and_New_York_state

30. Барлей Дж., Уваров А. Ю. Изучение русского языка как иностранного и проект «Школьная электронная почта». *Русский язык за рубежом*. 1990;(6):115–123. Режим доступа: <http://www.russianedu.ru/magazine/archive/viewdoc/1990/6/4037.html>
- [Barley J., Uvarov A. Yu. Learning russian as a foreign language and the school e-mail project. *Russian Language Abroad*. 1990;(6):115–123. (In Russian.) Available at: <http://www.russianedu.ru/magazine/archive/viewdoc/1990/6/4037.html>]
31. Уваров А. Ю. Компьютерная коммуникация. *Информатика и образование*. 1991;(1):11–21.
- [Uvarov A. Yu. Computer communication. *Informatics and Education*. 1991;(1):11–21. (In Russian.)]
32. Уваров А. Ю. Организация и проведение учебных телекоммуникационных проектов (Библиотечка методиста региональной образовательной компьютерной сети, выпуск второй). Барнаул: БГПУ; 1996.
- [Uvarov A. Yu. Organization and implementation of educational telecommunication projects (Library of the methodologist of the regional educational computer network, second edition). Barnaul, BSPU; 1996. (In Russian.)]
33. Уваров А. Ю. Учебные телекоммуникационные проекты в классе (Библиотечка методиста региональной образовательной компьютерной сети, выпуск третий). Барнаул: БГПУ; 1996.
- [Uvarov A. Yu. Educational telecommunication projects in the classroom (Library of the methodologist of the regional educational computer network, third edition). Barnaul, BSPU; 1996. (In Russian.)]
34. Pottenger F., Young D. B. The local environment. FAST-1. Foundational approaches in science teaching. Honolulu, HI: Curriculum Research & Development Group, University of Hawaii; 1992. 473 p.
35. Африна Е. И. Методические рекомендации по организации и проведению научных исследований на уроках физики. М.: МГИУУ; 1981.
- [Afrina E. I. Guidelines for the organization and conduct of scientific research in physics lessons. Moscow, MGIUU; 1981. (In Russian.)]
36. Young D. B., Gullickson-Morfitt M., Southworth J., Uvarov A. Yu., Moore D. The international network for education in science and technology project: A model for integration of information age technologies into exemplary science curriculum projects. *Proc. 9th Int. Conf. Technology and Education*. Paris, France, 1992.
37. Uvarov A., Young D. A New Generation Science Curriculum. *Institute for the Study of Russian Education Newsletter (Indiana University)*. 1994;3(1-2):31–34.
38. Уваров А. Ю., Каракозов С. Д. О содержании обучения в курсе «Мир вокруг нас» и способах оценки достигнутых результатов. *Образовательные стандарты как основа создания учебных планов и программ: Тезисы докладов международного семинара*. Рязань: РГПУ; 1994:37–39.
- [Uvarov A. Yu., Karakozov S. D. On the content of training in the course “The World Around Us” and methods for assessing the results achieved. *Educational standards as the basis for creating curricula and programs: Proceedings of the international seminar*. Ryazan, RGPU; 1994:37–39. (In Russian.)]
39. Uvarov A. Creating Educational Software and Transforming the Curriculum: Projects that are Changing the Face of the Russian School. *Educational Technology: Research and Development*. 1995;43(3):81–86.
40. Uvarov A. Yu., Young D. B. A New Generation Science Curriculum. *Global Connection Occasional Paper*. 3:8:6–7. Alexandria, VA: Association for Supervision & Curriculum Development, 1995.
41. Африна Е. И., Медведев О. Б., Уваров А. Ю. Школа информационного века. *Информатика и образование*. 1996;(2):31–36.
- [Afrina E. I., Medvedev O. B., Uvarov A. Yu. School of the Information age. *Informatics and Education*. 1996;(2):31–36. (In Russian.)]
42. Уваров А. Ю. Интегрированный курс «Компьютерное дело». *Информатика и образование*. 1997;(4):9–19; 1997;(6):45–53.
- [Uvarov A. Yu. Integrated course “Computer Science”. *Informatics and Education*. 1997;(4):9–19; 1997;(6):45–53. (In Russian.)]
43. Уваров А. Ю. Информатизация школы и трансформация учебных курсов. *Информатика и образование*. 2004;(7):23–28; 2004;(8):10–16.
- [Uvarov A. Yu. Informatization of the school and the transformation of training courses. *Informatics and Education*. 2004;(7):23–28; 2004;(8):10–16. (In Russian.)]
44. Uvarov A. Introductory Science Curriculum for School of Information Age in Russia. *Proc. of 2009 Hawaii Int. Conf. on Education*. Honolulu, HI; 2009.
45. Африна Е. И., Крылов А. И. Исследовательская деятельность формирует общеучебные умения. *Народное образование*. 2014;(5):164–171. EDN: SCSXPN.
- [Afrina E. I., Krylov A. I. Research activity forms general educational skills. *Public education*. 2014;(5):164–171. (In Russian.) EDN: SCSXPN.]
46. Uvarov A. Yu. Open “Educational Architecture” for the Information-age School. *Education and Informatics: Educational Policies and New Technologies. Proc. of the Second International UNESCO Congress*. Paris, UNESCO Institute for Information Technologies in Education; 1997;4:XII43–XII45. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139099>
47. Уваров А. Ю. Два кризиса образования, учебная архитектура и Интернет. *Педагогический университетский вестник Алтай*. 2002;(2):260–266. EDN: SBIIQD.
- [Uvarov A. Yu. Two crises of education, educational architecture and the internet. *Pedagogical university bulletin of Altai*. 2002;(2):260–266. (In Russian.) EDN: SBIIQD.]
48. Ловягин С. А., Уваров А. Ю. Изучение окружающего мира в ИКТ-насыщенной образовательной среде. *Начальная школа*. 2014;(7/8):50–51.
- [Lovyagin S. A., Uvarov A. Yu. Studying the world around in an ICT-saturated educational environment. *Primary school*. 2014;(7/8):50–51. (In Russian.)]
49. Уваров А. Ю., Ханнингтон М. Гражданское образование для жизни в информационном обществе. *Вестник УРАО*. 2001;(1):19–64.
- [Uvarov A. Yu., Hanington M. Civic education for life in the information society. *Vestnik URAO*. 2001;(1):19–64. (In Russian.)]
50. Башев В. В., Дорохова А. В., Иовщик Т. А., Литвинцева Л. А., Пригодич Е. Г., Ходос Е. А. Введение в современные социальные проблемы. Материалы для учителя 8–9 классов средней общеобразовательной школы (пробный вариант). Красноярск: Красноярская университетская гимназия № 1 «Универс»; 2001. 238 с.
- [Bashev V. V., Dorokhova A. V., Iovshchik T. A., Litvintseva L. A., Prigodich E. G., Khodos E. A. Introduction to modern social problems. Materials for teachers 8th-9th grades of secondary schools (trial version). Krasnoyarsk, Krasnoyarsk University Gymnasium № 1 “Univers”; 2001. 238 p. (In Russian.)]
51. Уваров А. Ю. Кооперация в обучении: групповая работа. М.: МИРОС, 2001. 223 с.
- [Uvarov A. Yu. Cooperation in learning: Group work. Moscow, MIROS, 2001. 223 p. (In Russian.)]
52. Уваров А. Ю. Три стратегии развития курса информатики. *Информатика и образование*. 2000;(4):27–34.
- [Uvarov A. Yu. Three strategies for the development of the informatics course. *Informatics and Education*. 2000;(4):27–34. (In Russian.)]
53. Кузнецов А. А., Семенов А. Л., Уваров А. Ю. О концепции образовательной области «Информати-

ка и информационные технологии». *Информатика*. 2001;(17):21–25.

[Kuznetsov A. A., Semenov A. L., Uvarov A. Yu. On the concept of the educational field “Informatics and information technologies”. *Informatics*. 2001;(17):21–25. (In Russian.)]

54. Авдеева С. М., Уваров А. Ю., Тарасова К. В. Цифровая трансформация школ и информационно-коммуникационная компетентность учащихся. *Вопросы образования*. 2022;(1):218–243. EDN: XJMJAA. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-1-218-243

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

55. Комарова И. Федерация интернет-образования и ее филиалы в Российской Федерации. *Народное образование*. 2006;(6):174–181. EDN: XCYEZV.

[Komarova I. Federation of internet education and its subsidiaries in the Russian Federation. *Public Education*. 2006;(6):174–181. (In Russian.) EDN: XCYEZV.]

56. Уваров А. Ю. Об опытной работе в проекте Интернет-Класс. *Человек и его изменение в телекоммуникационных системах. Междисциплинарные аспекты исследований. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. М.: Центр дистанционного образования «Эйдос»; 2004.

[Uvarov A. Yu. On experimental work in the InternetClass project. *Man and his change in telecommunication systems. Interdisciplinary aspects of research. Proc. of the All-Russian Scientific-Practical Conf.* Moscow, Distance Education Center “Eidos”; 2004. (In Russian.)]

57. Аликберова Л. Ю., Афраина Е. И., Кириченко А. В., Крылов А. И., Уваров А. Ю., Шумихина Т. А. Сетевое объединение методистов: ИнтернетКласс (СОМИК). *Труды X Всероссийской научно-методической конференции «Телематика’2003»*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики; 2003;1:168–175.

[Alikberova L. Yu., Afrina E. I., Kirichenko A. V., Krylov A. I., Uvarov A. Yu., Shumikhina T. A. Network association of methodists: Internet Class (SOMIK). *Proc. X-th All-Russian Scientific and Methodological Conf. “Telematics’2003”*. Saint Petersburg, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics; 2003;1:168–175. (In Russian.)]

58. Авдеева С. М., Уваров А. Ю. Российская школа на пути к информационному обществу: проект «Информатизация системы образования». *Вопросы образования*. 2005;(3):33–53. Режим доступа: <https://vo.hse.ru/article/view/14850>

[Avdeeva S. M., Uvarov A. Yu. Russian school on the way to the information society: The project “Informatization of the education system”. *Educational Studies*. 2005;(3):33–53. (In Russian.) Available at: <https://vo.hse.ru/article/view/14850>]

59. Барышникова М. Ю., Уваров А. Ю. О модели повышения квалификации специалистов образования. *Вопросы образования*. 2005;(3):223–232. Режим доступа: <https://vo.hse.ru/article/view/14898>

[Baryshnikova M. Yu., Uvarov A. Yu. On the model of advanced training of education specialists. *Educational Studies*. 2005;(3):223–232. (In Russian.) Available at: <https://vo.hse.ru/article/view/14898>]

60. Водопьян Г. М., Уваров А. Ю. О построении модели процесса информатизации школы. М.: Издатель; 2006. 424 с.

[Vodopyan G. M., Uvarov A. Yu. On the construction of a model of the school informatization process. Moscow, Publisher; 2006. 424 p. (In Russian.)]

61. Уваров А. Ю. На пути к общедоступной коллекции цифровых образовательных ресурсов. *Информатика и образование*. 2005;(7):3–13.

[Uvarov A. Yu. On the way to a public collection of digital educational resources. *Informatics and Education*. 2005;(7):3–13. (In Russian.)]

62. Уваров А. Ю., Водопьян Г. М. Распространение инновационных учебно-методических материалов. М.: Университетская книга; 2008. 175 с.

[Uvarov A. Yu., Vodopyan G. M. Distribution of innovative educational materials. Moscow, Universitetskaya Kniga; 2008. 175 p. (In Russian.)]

63. Уваров А. Ю. Педагогический дизайн. *Информатика*. 2003;(30):2–31.

[Uvarov A. Yu. Pedagogical design. *Informatics*. 2003;(30):2–31. (In Russian.)]

64. Уваров А. Ю. Разработка высококачественных учебных материалов. *Телекоммуникации, обучение, профессионализм*. Ред. Н. В. Никитин, А. Ю. Уваров. М.: Логос; 2008:59–172.

[Uvarov A. Yu. Development of high quality educational materials. *Telecommunications, Training, Professionalism*. Ed. by N. V. Nikitin, A. Yu. Uvarov. Moscow, Logos; 2008:59–172. (In Russian.)]

65. Fengchun M. A., Hinostroza J. E., Lee M., Isaacs S., Orr D., Senne F., Uvarov A., Martinez A.-L., Ki-Sang Song, Holmes W., Vergel de Dios B. Guidelines for ICT in Education Policies and Masterplans. Paris: UNESCO, 2021. 185 p. Available at: <https://hiceducation.org/wp-content/uploads/proceedings-library/EDU2009.pdf>

66. Uvarov A., Varlamova J. Anytime, Anywhere Learning for Improved Education results in Russia: Case Study by the UNESCO-Fazheng Project on Best Practices in Mobile Learning. Paris, UNESCO; 2019. 23 p. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367745>

67. Аликханян А., Версекиене В., Видакович Д., Галстян С., Жарчевска М., Иванов А. В., Кадич Э., Крилювиене Т., Налбандян Т., Нейбауер-Дарска М., Перкович М., Стачески Д., Уваров А. Ю., Чинарева О. А., Шимутина Е. Н. Как хорошие школы становятся еще лучше: из опыта работы группы участников Проекта Майкрософт® «Инновационные школы». Ред. А. Ю. Уваров. М.: НексПринт; 2011. 84 с. Режим доступа: https://download.microsoft.com/documents/rus/Education/news/MS_book_www_optim_03.pdf

[Alikhanyan A., Versekiene V., Vidaković D., Galstyan S., Zharczewska M., Ivanov A. V., Kadić E., Kriliuviene T., Nalbandyan T., Neubauer-Darska M., Perković M., Stachecki D., Uvarov A. Yu., Chinareva O. A., Shimutina E. N. How good schools become better: from the participants of Microsoft® PiL innovation schools project. Ed. by A. Yu. Uvarov. Moscow, NexPrint; 2011. 84 p. (In Russian.) Available at: https://download.microsoft.com/documents/rus/Education/news/MS_book_www_optim_03.pdf]

68. Uvarov A. Challenging change through connectivity. *Connected Schools: Essays from Innovators*. Ed. by M. Selinger. London, Premium Publishing; 2004:142–149.

69. Уваров А. Ю. Информатизация школы: направления перемен. *Отечественные записки*. 2008;(1(40)):47–66. EDN: JTHVIP. Режим доступа: <https://strana-oz.ru/2008/1/informatizaciya-shkoly-napravleniya-peremen>

[Uvarov A. Yu. School informatization: Vectors for change. *Otechestvennye zapiski*. 2008;(1(40)):47–66. (In Russian.) EDN: JTHVIP. Available at: <https://strana-oz.ru/2008/1/informatizaciya-shkoly-napravleniya-peremen>]

70. Уваров А. Ю. Учить и учиться в информационном обществе. Модель новой школы с индивидуализированной системой учебной работы на основе школьного портала. *Образовательная политика*. 2010;(3(41)):45–58. EDN: VZZJGN.

[Uvarov A. Yu. Teaching and learning in the information society. A model of a new school with an individualized system of educational work based on the school portal. *Educational Policy*. 2010;(3(41)):45–58. (In Russian.) EDN: VZZJGN.]

71. Уваров А. Ю. Компьютер меняет всех: и учителя, и ученика. Потребуется ли развитие техносферы школы новой дидактики? *Образовательная политика*. 2010;(1-2(39-40)):68–89. EDN: VZZJLN.

[Uvarov A. Yu. The computer changes everyone: both the teacher and the student. Does the Development of the Technosphere of the School Require New Didactics? *Educational Policy*. 2010;(1-2(39-40)):68–89. (In Russian.) EDN: VZZJLN.]

72. Асмолов А. Г., Семенов А. Л., Уваров А. Ю. Российская школа и новые информационные технологии: взгляд в следующее десятилетие. М.: НексПринт; 2010. 95 с. EDN: GRZUVF.

[Asmolov A. G., Semenov A. L., Uvarov A. Yu. Russian school and new information technologies: A look into the next decade. Moscow, NexPrint; 2010. 95 p. (In Russian.) EDN: GRZUVF.]

73. Уваров А. Ю. Информатизация школы: вчера, сегодня, завтра. М.: Бином. Лаборатория Знаний; 2013. 488 с. EDN: SUMOVJ.

[Uvarov A. Yu. School informatization: Yesterday, today, tomorrow. Moscow, Binom. Knowledge Lab, 2013. 488 p. (In Russian.) EDN: SUMOVJ.]

74. 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. Ред. А. Ю. Уваров, И. Д. Фруммин. М.: ИД ВШЭ; 2019. 344 с. EDN: ANYGHO. DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5

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

75. Уваров А. Ю. Цифровая трансформация и сценарии развития общего образования. *Современная аналитика образования*. М.: ИД ВШЭ; 2020;(16(46)). 108 с. Режим доступа: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/418229279.pdf>

[Uvarov A. Yu. The digital transformation and scenarios for the general education development. *Modern Analytics of Education*. Moscow, ID HSE; 2020;(16(46)). 108 p. (In Russian.) Available at: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/418229279.pdf>]

76. Семенов А. Л. Результативное образование расширенной личности в прозрачном мире на цифровой платформе. *Герценовские чтения: психологические исследования в образовании*. 2020;(3):590–596. EDN: SHIVMX. DOI: 10.33910/herzenpsyconf-2020-3-27

[Semenov A. L. Productive education of extended personality in the transparent world on a digital platform. *Herzen Readings: Psychological Research in Education*. 2020;(3):590–596. (In Russian.) EDN: SHIVMX. DOI: 10.33910/herzenpsyconf-2020-3-27]

77. Уваров А. Ю. Готовы ли школы к цифровой трансформации? *Большие данные в образовании: доказательное развитие образования. Сборник научных статей II Международной конференции*. М.: Дело; 2021:169–180.

[Uvarov A. Yu. Are schools ready for digital transformation? *Big data in education: Evidence-based development of education. Collection of scientific articles of the II Int. Conf. Moscow, Delo*; 2021:169–180. (In Russian.)]

78. Уваров А. Ю. Цифровое обновление образования: на пути к «идеальной школе». *Информатика и образование*. 2022;37(2):5–13. EDN: PWDQJB. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-5-13

[Uvarov A. Yu. Schools' digital renewal: Steps to the "ideal school". *Informatics and Education*. 2022;37(2):5–13. (In Russian.) EDN: PWDQJB. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-5-13]

79. Водопьян Г. М. На пути к смарт школе: взгляд из классной комнаты. *Информатика в школе*. 2022;(2(175)):35–38. EDN: OAIBDB. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-2-35-38

[Vodopyan G. M. On the way to a smart school: A look from a classroom. *Informatics at School*. 2022;(2(175)):35–38. (In Russian.) EDN: OAIBDB. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-2-35-38]

80. Водопьян Г. М., Уваров А. Ю. От компьютерной грамотности и внедрения ИКТ к трансформации работы школы. *Информатика*. 2016;(5):34–43.

[Vodopyan G. M., Uvarov A. Yu. From computer literacy and ICT implementation to the school transformation work. *Informatics*. 2016;(5):34–43. (In Russian.)]

Информация об авторах

Семенов Алексей Львович, академик РАН, академик РАО, доктор физ.-мат. наук, профессор, директор Института кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия; профессор департамента образовательных программ, Институт образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1785-2387>; *e-mail*: alsemno@ya.ru

Абылкасымова Алма Есимбековна, академик Национальной академии наук Республики Казахстан, академик РАО, доктор пед. наук, профессор, директор Центра развития педагогического образования, зав. кафедрой методики преподавания математики, физики и информатики, Институт математики, физики и информатики, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1845-7984>; *e-mail*: aabylkassymova@mail.ru

Варданыч Валерий Арамович, канд. физ.-мат. наук, заместитель директора Института кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5135-5579>; *e-mail*: vardanyan47@yandex.ru

Григорьев Сергей Георгиевич, чл.-корр. РАО, доктор тех. наук, профессор, профессор департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-0034-9224>; *e-mail*: grigorsg@yandex.ru

Гриншкун Вадим Валерьевич, академик РАО, доктор пед. наук, профессор, профессор департамента информатизации образования, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8204-9179>; *e-mail*: vadim@grinshkun.ru

Каракозов Сергей Дмитриевич, доктор пед. наук, профессор, проректор, директор Института математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8151-8108>; *e-mail*: sd.karakozov@mppgu.ru

Ловягин Сергей Александрович, канд. пед. наук, заслуженный учитель России, старший методист, руководитель кафедры STEM, учитель физики, Хорошевская школа, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5616-8628>; *e-mail*: lowjagin@mail.ru

Рудченко Татьяна Александровна, научный сотрудник Института кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-4595-1072>; *e-mail*: rudchenko1@yandex.ru

Information about the authors

Alexei L. Semenov, Academician of RAS, Academician of RAE, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Director of Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing, The Federal Research Center “Computer Science and Control” of RAS; Professor at the Department of Educational Programs, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1785-2387>; *e-mail*: alsemno@ya.ru

Alma E. Abylkassymova, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Academician of RAE, Doctor of Sciences (Education), Professor, Director of the Center for the Development of Pedagogical Education, Head of the Department of Methods of Teaching Mathematics, Physics and Informatics, Institute of Mathematics, Physics and Informatics, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1845-7984>; *e-mail*: aabylkassymova@mail.ru

Valery A. Vardanyan, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Deputy Director of Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing, The Federal Research Center “Computer Science and Control” of RAS, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5135-5579>; *e-mail*: vardanyan47@yandex.ru

Sergey G. Grigoriev, Corresponding Member of RAE, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Professor at the Department of IT, Management and Technology, Institute of

Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-0034-9224>; *e-mail*: grigorsg@yandex.ru

Vadim V. Grinshkun, Academician of RAE, Doctor of Sciences (Education), Professor, Professor at the Department of Education Informatization, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-8204-9179>; *e-mail*: vadim@grinshkun.ru

Sergey D. Karakozov, Doctor of Sciences (Education), Professor, Vice-Rector, Director of the Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-8151-8108>; *e-mail*: sd.karakozov@mpgu.su

Sergey A. Lovyagin, Candidate of Sciences (Education), Honored Teacher of Russia, Senior Methodist, Head of the STEM Department, Physics Teacher, Khoroshevskaya School, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0001-5616-8628>; *e-mail*: lowjagin@mail.ru

Tatiana A. Rudchenko, Researcher, Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing, The Federal Research Center “Computer Science and Control” of RAS, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-4595-1072>; *e-mail*: rudchenko1@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received: 11.01.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 23.01.23.

Принята к печати / Accepted: 24.01.23.

К 80-ЛЕТИЮ АЛЕКСАНДРА ЮРЬЕВИЧА УВАРОВА

Поздравляю с 80-летием видного ученого, выдающегося педагога, лидера образования Александра Юрьевича Уварова.

Сегодня Россия, безусловно, является одной из стран мира, наиболее успешных в области цифровизации экономики и системы государственного управления. Фундамент этого успеха во многом был заложен в 1985 году, когда в старших классах школ СССР был введен новый предмет «Основы информатики и вычислительной техники». Возглавив Управление информатики и электронно-вычислительной техники Министерства просвещения СССР и опираясь на свой богатый педагогический и научный опыт, Александр Юрьевич в короткие сроки организовал и успешно наладил работу Минпроса по развертыванию системы обучения новому предмету, продолжая заниматься научной и педагогической деятельностью, направленной на совершенствование нового предмета и развитие новых подходов к цифровизации школьного образования.

Из-под пера Александра Юрьевича Уварова вышло восемь монографий и более 200 научных статей, посвященных проблемам и результатам преподавания школьного курса информатики в России и за рубежом. Эти работы во многом сформировали облик нового предмета и вписали его в общую систему школьного образования России.

Пожелаем юбиляру успехов в его плодотворной и важной для страны работе.

Е. П. Велихов,
академик Российской академии наук,
доктор физико-математических наук, профессор

С Александром Юрьевичем Уваровым я познакомился в начале 1990-х годов, когда в Министерстве образования РФ стали обсуждать вопрос о продолжении работ Госкомитета СССР по народному образованию в области информатизации школьного образования. Александр Юрьевич был приглашен как бывший начальник Управления информатики и электронно-вычислительной техники Министерства просвещения СССР (1985–1988) и как один из членов команды, которая под руководством академика А. П. Ершова создавала концепцию информатизации советского школьного образования и затем руководила первыми шагами школ в этом направлении.

А. Ю. Уваров (вместе с А. Л. Семеновым и А. А. Кузнецовым, будущими академиками) предложил ряд конструктивных шагов по продолжению информатизации российских школ. К сожалению, финансовый кризис не позволил начать работу по реализации этих предложений, и лишь в конце 1990-х некоторые из них были приняты в работу.

Позднее Александр Юрьевич сыграл очень важную роль в анализе и проектировании процессов информатизации школ – в 2004–2008 годах он входил в руководство проекта «Информатизация системы образования» и участвовал в формировании идеологии этого проекта. Результаты проекта во многом определили дальнейшее развитие в данной области.

Отмечу, что разработанная тогда под руководством А. Ю. Уварова методология анализа до сих пор используется в научных исследованиях.

Сегодня Александр Юрьевич успешно руководит рядом научных исследований Института образования НИУ «Высшая школа экономики» по проблематике информатизации образования и цифровой школы, в частности, исследованиями, которые ведут аспиранты этого института.

Несомненно, многие работы А. Ю. Уварова последних десятилетий будут еще долго востребованы исследователями и практиками образования.

В. А. Болотов,
академик Российской академии образования,
доктор педагогических наук, профессор

С Александром Юрьевичем Уваровым я впервые встретился в коридоре Министерства просвещения СССР на Шаболовке, где перед кабинетом первого заместителя министра Александр Юрьевич буквально орал, не стесняясь в выражениях, на своего непосредственного начальника — директора подведомственной Минпросу организации. Сам по себе язык, конечно, на меня впечатления не произвел, но контекст... В это время я как раз работал в команде, которая делала последний (как потом выяснилось) советский суперкомпьютер, и понимал, что серьезный уровень проблем и решений требует серьезного языка.

Это было время, когда Андрей Петрович Ершов попытался изменить школу в СССР. Как мы видим сегодня, попытка эта удалась настолько, насколько вообще может удасться попытка изменить систему образования. Тогда мы оказались на десятилетия «впереди планеты всей».

Элементом этой большой попытки было написание «с нуля», за один месяц на кухне пятью математиками с компьютером «Ямаха» (32К оперативной памяти, гибкий диск без жесткого) первого отечественного массового учебника информатики. Учебник был издан многомиллионными тиражами для всех советских школ, а группа А. Г. Кушниренко в МГУ сделала для него весь софт.

Еще одним элементом была попытка, удачная лишь отчасти, создать советский персональный компьютер для школ и купить действительно работающие западные компьютеры. Деятельность А. П. Ершова была частично встроена, а частично соседствовала с инициативой Е. П. Велихова (ВНТК «Школа-1») по тому же изменению, но уже не только в рамках отдельного предмета, но и «вообще». ВНТК «Школа-1» пытался выстроить все школьное образование как исследование и воссоздание учеником окружающего мира. Инструменты исследования и творчества — конечно, не только цифровые, но цифровые — самые важные, делающие изменение реальным. Жизнь, начатая ВНТК, продолжается до сих пор.

Все это было бы невозможным без Александра Юрьевича Уварова и возглавляемого им «штаба» цифровой трансформации образования СССР в углу здания Минпроса на Зубовской площади. Оттуда «шла атака» на министерства «девятки», ответственные за выпуск оборудования, велись тонкие переговоры с профильным отделом ЦК КПСС, плелись интриги внутри Минпроса, создавались сотни бумаг, какая-то часть которых породила реальность. Требовало это железной воли и кавалерийской смелости А. Ю. Уварова.

Сочетание научно-образовательных и организационных компетенций Александра Юрьевича оказалось весьма полезным и при создании нового журнала — «Информатика и образование», очередной, уже 336-й, выпуск которого вы сейчас держите в руках или видите на экране.

Но это — для страны. Мне лично Александр Юрьевич помог сформировать отношение к педагогике, ставшее существенным для моей последующей жизни. Я начал вести уроки у девятиклассников, когда мне было 16 лет. Происходило это в традиции, где упоминание педагогике, методике, дидактики и всего подобного считалось практически неприличным. Мы учили детей, как самостоятельно создавать, открывать, делать математику. Так нас самих учили студенты мехмата — олимпиадники. Это был способ обучения, который ясно сформулировал еще величайший Ян Амос Коменский: лучший способ научиться чему-то — делать это. В XXI веке этот способ становится все более очевидным. И для нас тогда, в традиции школьных кружков, школ Кронрода—Константинова, этот способ был очевиден, и никакая педагогика нам не была нужна. И вот, А. Ю. Уваров, технарь по образованию и широчайший гуманитарий по интересам, с его опытом работы в Давыдовском институте, понемногу объяснял: то, что мы пытались делать в своих школах, люди понимали и до нас. И в этом понимании были для меня разнообразные открытия. Еще одна вещь, которую я наблюдал у А. Ю. Уварова и старался перенять, — это искусство взаимодействия с механизмами власти, с коридорами 10-го подъезда ЦК, искусство моделирования этих механизмов.

И сейчас я продолжаю учиться, приходя к Александру Юрьевичу, чтобы его послушать и что-то понять.

Потом кончилась советская власть, А. Ю. Уваров расстался (по-видимому, без сожаления) с властью своей и занялся, на выбранной им должности в Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» Академии наук, реальной школой. И продемонстрировал сочетание качеств, присущих немногим лучшим профессиональным исследователям в области педагогики: способность и готовность работать напрямую с учителями и детьми, способность воспринять чужую точку зрения и извлечь полезные элементы из отечественной традиции и опыта других стран, способность к анализу и обобщению опыта десятков школ и региональных систем, способность к предвидению и стратегическому планированию. В действительно реальном (из немногих) проекте «Информатизация системы образования» явно чувствуется уваровская рука.

Еще одним измерением деятельности А. Ю. Уварова было международное. Он не жалел времени для настоящего «обмена опытом» и с чиновниками ЮНЕСКО, и с профессорами университетов, и с учителями разных стран. Его огромный опыт и международный авторитет делали его желанным участником самых разных международных событий и инициатив. Упомяну среди них, может быть, самую важную и продолжительную по действию — это Рекомендации ЮНЕСКО по ИКТ-компетентности учителей.

Ясно, что цифровизация становится все более важным процессом в развитии образования. И сегодня Александр Юрьевич Уваров, с его пространственно-временным представлением об этом процессе, становится все более важным лидером его исследования в Институте образования ВШЭ.

Присоединяюсь к благодарностям и поздравлениям очень многих в нашей стране, обращенным к Александру Юрьевичу в день его 80-летия.

**А. Л. Семенов,
академик Российской академии наук,
академик Российской академии образования,
доктор физико-математических наук, профессор**

Александру Юрьевичу Уварову — 80!

Только прочитав многочисленные поздравления в его адрес, в это можно поверить...

За последние десятилетия было предпринято множество попыток внедрить в школьную программу наравне с традиционными математикой, физикой, языком и литературой новые дисциплины. Но ни одна из таких новых дисциплин не укоренилась, не стала такой же традиционной. И только школьный курс информатики не исчез, пережил все реформы и продолжает активно развиваться. Общеизвестно, что в этом есть немалая заслуга и Александра Юрьевича, обеспечившего всемерную поддержку суперсовременному и прогрессивному школьному предмету на государственном уровне.

На протяжении многих лет мы активно сотрудничаем в рамках разнообразных конференций, работы государственных экзаменационных комиссий и диссертационного совета в Московском городском педагогическом университете, при подготовке аспирантов и магистров в Высшей школе экономики, при реализации проектов научных фондов и по самым разным другим направлениям.

Но лично для меня на протяжении многих лет Александр Юрьевич значим его бесценным опытом изучения и систематизации многочисленных международных исследований и публикаций в области информатизации образования. Благодаря ему в наши родные отечественные теоретические и практические изыскания интегрируется передовой, иногда довольно противоречивый или ортогональный, мировой опыт, что позволяет российским исследованиям и выводам быть еще более оригинальными. Именно он познакомил нас с коллегами из самых разных стран в рамках подготовки и проведения серии конференций EduSummIT. Это было взаимопольное общение.

А еще поражает оригинальность тех абсолютно новых идей, которые дарит Александр Юрьевич по поводу аспектов информатизации, считавшихся до этого вроде бы понятными и изученными. Подчас требуется время, чтобы осознать глубину, значимость и системность его предложений.

Дорогой Александр Юрьевич! Спасибо большое за все это!

С юбилеем! Удачи, творчества и новых достижений!

**В. В. Гриншкун,
академик Российской академии образования,
доктор педагогических наук, профессор**

С Александром Юрьевичем Уваровым меня познакомил мой сослуживец по мехмату и «соучастник» в выполнении поручения Е. П. Велихова по экстренной доводке учебников информатики, Леша Семенов. Мы вместе шли от метро в здание на Зубовской площади, где обосновалось только что созданное управление Министерства просвещения СССР, и обсуждали, как пойдет по всей стране внедрение нового предмета «Основы информатики и вычислительной техники». Эти обсуждения почти не касались методических и научных проблем преподавания информатики в школе, хотя в предшествующие месяцы мы были буквально одержимы этими вопросами. Обсуж-

дали мы в основном оперативные земные вопросы: дойдут ли до начала учебного года баржи с уже напечатанными в Калининске учебниками для нового предмета до Москвы, кому достанется новая партия закупленных в Японии «Ямах», доведут ли физики из МГУ свой «Корвет» до серийного производства и как справятся с новым предметом наспех подготовленные учителя. Отчетливо помню, как во время нашего разговора на ходу, рассказывая, с кем меня ведут знакомиться и почему это знакомство такое важное, Леся вдруг сказал с обычно не свойственным ему пафосом: «Позже мы поймем, что назначение Уварова ответственным за внедрение информатики оказалось огромной удачей и было столь же важным, как хлопоты с учебниками, компьютерами и переподготовкой учителей».

Смысл этого высказывания я понял лишь в последующие годы, помогая Александру Юрьевичу, в меру своего понимания, в решении трудновыполнимой задачи — экстренном внедрении нового предмета не в одной-двух областях России в порядке эксперимента, а сразу на всей территории громадного государства, с тем корпусом учителей, который существовал на сентябрь 1985 года. Первое, чему я научился у Александра Юрьевича, это осознанию ограниченности своего понимания проблемы. Имея пятилетний опыт учительской работы в математической школе, опыт проведения олимпиад в разных регионах страны, опыт преподавания в университете, я оценивал происходящее со своей колокольни, видел трудности внедрения нового предмета в педагогическом процессе, в процессе, который происходит в классе между учеником и учителем. Остальные процессы, необходимые для внедрения нового предмета, я не то чтобы считал второстепенными, а просто не осознавал факт их существования. Прямо по Козьме Пруткову: «Многие вещи нам непонятны не потому, что наши понятия слабы, а потому, что сии вещи не входят в круг наших понятий». А ученый и педагог А. Ю. Уваров, в отличие от нас — мехматяна, понимал, что внедрение нового предмета предстоит проводить не только с существующим корпусом учителей, но и, что еще сложнее, с существующим корпусом завучей и директоров школ, региональных и федеральных чиновников Минпроса и партийных структур, с тремя конкурирующими министерствами, производящими вычислительную технику, с существующим набором директивных документов и практик, сложившихся во всей управляющей вертикали системы образования.

И сегодня мы видим, как необратимое изменение в стране, совершенное А. Ю. Уваровым, точкой опоры которого было все лишь одно управление союзного министерства, продолжает сказываться на системе образования и жизни страны. Капитаны ИТ-индустрии говорят: «Ну как же, у нас была в школе информатика, там я этому и научился».

Спасибо, Александр Юрьевич!

**А. Г. Кушниренко,
кандидат физико-математических наук, доцент,
зав. отделом учебной информатики
Федерального научного центра «Научно-исследовательский институт
системных исследований Российской академии наук»**

Отмечая юбилей уважаемого Александра Юрьевича Уварова, мне хочется вспомнить о той роли, которую он сыграл и продолжает играть в академической, творческой и профессиональной жизни окружающих его людей.

Все началось в феврале 1985-го, когда в городе Эльве (пригороде Тарту) состоялась всесоюзная конференция, посвященная появлению первых компьютеров в школах СССР и ожидаемым изменениям в системе образования. В Эльве собрались педагоги, ученые, инженеры, представители Министерства просвещения, институтов Академии наук и Академии педагогических наук со всех концов страны. Одним из организаторов и лидеров конференции был Александр Юрьевич, ставший первым начальником Управления информатики и электронно-вычислительной техники Минпроса. Как по содержанию, так и по духу это была особая конференция. Свежий ветер перемен ощущали все ее участники. Понимание того, что информатизация образования — это путь в будущее, сформировало совершенно новую, непривычную, творческую атмосферу.

Последующие годы стали временем воодушевленной, интенсивной совместной работы: создания новых учебных программ, новой педагогики, программного обеспечения, новых научных институтов, журналов, начала плодотворного сотрудничества с зарубежными учеными, временем споров и новых идей, новых концепций образования. Для многих это замечательное время определило их будущее. Александр Юрьевич был в центре происходящих тогда событий, и за это ему огромная благодарность.

Сегодня Александр Юрьевич Уваров является одним из ведущих ученых в области информатизации образования. Сфера его научных интересов охватывает как теоретические, так и практические проблемы. Такие исследования особенно важны, так как сегодня в центре внимания не столько информатизация в ее исходном понимании, а, скорее, будущее образование в цифровом мире, в котором мы сегодня живем. Исследования Александра Юрьевича в этих направлениях широко известны как в России, так и за ее пределами. Я верю, что и сегодня, как в далеком 1985-м, эти исследования вдохновляют новое поколение ученых, потому что помимо научной глубины они соединяют в себе инновационные идеи сегодняшней цифровой эпохи и незабываемую энергетику конца восьмидесятых.

Поздравляя дорогого юбиляра, желаю ему еще много лет успешной и продуктивной работы в любимом деле, реализации творческих планов и, конечно, крепкого здоровья.

И. Левин,

Ph.D., профессор Тель-Авивского университета, Израиль

Довольно редко встречаются люди, для которых, когда приближается их юбилей, нет других слов, кроме: «Да не может этого быть!» — настолько их идеи, их деятельность насыщены молодостью, свежестью и разносторонностью, не соответствующими грузу прожитых лет. К таким людям, безусловно, относитесь Вы, многоуважаемый Александр Юрьевич, — блестящий ученый и педагог, посвятивший всю свою научную жизнь информатизации образования и другим сферам высшей и средней школы.

Уже на ранних этапах развития кибернетики в СССР Вы начали работать над приложениями кибернетических методов к задачам дидактики и в ходе этой работы занялись вопросами информационного моделирования как метода дидактических исследований и защитили по этой теме кандидатскую диссертацию. Информатизация образования на этапе проникновения вычислительной техники в школу привела Вас в коллектив, работавший под руководством А. П. Ершова над созданием концепции информатизации школьного образования. И в дальнейшей Вашей деятельности Вы постоянно ориентируетесь на достижение наилучшего качества школьного образования, в том числе за счет его информатизации. Постоянно работая в высшей школе, поддерживая живое соприкосновение со средней школой, Вы всегда в курсе тех проблем, которые являются самыми актуальными в нашем обществе в области образования.

Красноярск совсем не чужой город для Вас. Здесь на стыке веков Вы возглавляли несколько направлений крупного международного проекта по подготовке учителей для решения задач гражданского образования. В последние пять-шесть лет Ваша связь с Красноярском, с Сибирским федеральным университетом заиграла новыми красками за счет Вашего активного участия в Программном комитете нашей конференции «Информатизация образования и методика электронного образования», где Вы постоянно организуете круглые столы и привлекаете к участию в конференции своих коллег и учеников.

Дорогой Александр Юрьевич! Не могу не прибавить несколько слов о Ваших замечательных человеческих качествах, таких как мудрость, отзывчивость, доброжелательность, спокойствие. Общение с Вами всегда приятно, всегда поучительно. Мне импонирует Ваша манера общения — Вы излагаете свои идеи и волнующие Вас мысли будничным, спокойным тоном, как бы говоря: это мне кажется интересным, а займетесь вы этим или нет — ваше дело. Вы не навязываете свои убеждения собеседнику, и, наверно, поэтому у Вас так много учеников, среди которых и молодые, и вполне взрослые исследователи. Для меня знакомство с Вами явилось большим счастьем и стимулом к новым научным исследованиям. И, конечно, я очень ценю те доверительные отношения, которые сложились между нами, и дорожу ими.

Желаю Вам, дорогой Александр Юрьевич, многих лет здоровой, наполненной успехами жизни, желаю счастья и благополучия всем Вашим близким людям!

М. В. Носков,

доктор физико-математических наук, профессор,

профессор кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности

Сибирского федерального университета

Уважаемый Александр Юрьевич!

Сердечно поздравляем Вас с 80-летним юбилеем!

Ваш профессиональный путь вызывает неоспоримое восхищение и является примером для молодых ученых. Вы стали для нас мудрым наставником, под чутким руководством которого были сделаны первые весомые шаги в профессиональной и научной карьере. Вы помогли нам сформировать профессиональный взгляд на процессы цифровизации в образовании.

Вы до сих пор поддерживаете нас. Мы знаем, что всегда можем обратиться к Вам за советом лично или найти ответ на интересующий нас вопрос в Ваших докладах. Мы очень ценим Вашу человеческую мудрость, Вашу профессиональную поддержку и неиссякаемый интерес к профессии.

Желаем Вам, дорогой Александр Юрьевич, крепкого здоровья, новых профессиональных достижений и интересных задач!

Р. С. Сулейманов,
кандидат технических наук,
и.о. проректора Московского городского педагогического университета

Р. Б. Куприянов,
начальник управления информационных технологий и сервисов
Московского городского педагогического университета

Уважаемый Александр Юрьевич!

Сложно отделить теперь уже историю информатизации образования от Вашей научной работы. В условиях стихийного проникновения компьютеров в школьную жизнь, отсутствия целевых ориентиров в образовании Вы имели смелость вести научный поиск закономерностей развития нарождающегося информационного общества и строить маяки знания, позволившие нам не сбиться с пути. Петербургская информатизация кроилась во многом по вашим научным лекалам. И теперь, в эпоху цифрового обновления, предсказанную Вами, мы снова правим свою ладью по вашим лоцманским картам. Желаем Вам здоровья и творческого долголетия!

К. В. Шапиро,
кандидат педагогических наук,
зам. директора по научно-методической работе
Санкт-Петербургского центра оценки качества образования
и информационных технологий,
эксперт Совета по образовательной политике
Комитета по образованию Правительства Санкт-Петербурга

С Александром Юрьевичем Уваровым я познакомился в середине двухтысячных, в активной фазе проекта «Информатизация системы образования» (ИСО). Отчетливо помню первое впечатление и мысль о том, что повезло встретить разумного, содержательного и доброго человека. Тепло первой встречи невероятным образом сохраняется все годы совместной работы.

Александр Юрьевич наделен редким талантом популяризатора науки. Он умеет рассказывать о великом без упрощений, не теряя главного. Такой я вижу его упорную, кропотливую работу по формализации принципов индивидуализации образования и роли технологий в этом процессе. Символично, что формула Уварова стала в свое время и остается по сей день нарративом работы с системой образования для крупнейших международных ИТ-корпораций. В этой формуле конвергенция педагогических и информационных технологий определяет границу качественного перехода в системе обучения, делает этот горизонт осязаемым и достижимым. Несмотря на неформальную роль «хранителя традиций», «мастера ретроспективы», А. Ю. Уваров никогда не выглядел старо-

можно, его взгляды не архаичны, но позволяют соединить фундаментальные принципы и поступь чего-то нового, что пока не вписывается в старые рамки.

Отмечу, что Александр Юрьевич одинаково органичен и на совещании в Санкт-Петербурге, и на прогулке с коллегами в переулках Лиссабона, и в сельской школе в Кейптауне, насколько только может быть органичен педагог, видящий и чувствующий людей, тянущих одну лямку. Его взгляд и сострадательный, и ироничный, он как бы призывает не кичиться и не набивать цену, но всегда обещает надежду, а потом и абсолютную уверенность в верности выбранного пути.

Александр Юрьевич «держит картинку» десятилетиями, безошибочно выделяя причины и следствия, формулируя и формируя повестку научной школы. К счастью, в лице А. Ю. Уварова мы обрели-таки «пророка в своем отечестве». Его идеи не просто услышаны на местах, но активно воплощаются в жизнь учителями и управленцами. Эта работа масштабна и результативна.

Искренние поздравления юбиляру с пожеланиями долголетия, новых озарений и благодарной аудитории, умеющей слышать и ценить Ваш талант, дорогой Александр Юрьевич! Вы очень нужны всем нам, будем чаще встречаться!

А. Н. Шульженко,
ведущий специалист компании «Ростелеком-Солар»

30 января 2023 года исполнилось 80 лет моему учителю, Александру Юрьевичу Уварову. Для меня возможность называть себя его ученицей — огромная честь и важное достижение.

Александр Юрьевич — отзывчивый, мудрый и требовательный педагог, который много вкладывает в своих учеников и всегда дает им развивающую обратную связь. Его авторитет по вопросам информатизации и цифровой трансформации образования в педагогическом и научном сообществе непререкаем. Посещая как исследователь школы в самых разных уголках нашей страны, я могла убедиться, как хорошо практики системы образования знакомы с работами и проектами, к которым Александр Юрьевич имел и имеет отношение. И такое широкое признание среди педагогов, как мне кажется, одновременно и большая награда, и закономерный результат самоотверженной преданности науке Александра Юрьевича.

Последние работы Александра Юрьевича посвящены научному обеспечению процессов цифровизации общего образования, задачи которой крайне актуальны в России и за рубежом. Это и работа, которую он ведет в рамках проекта, посвященного разработке модели процесса цифрового обновления, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований, и работа, проводимая в рамках совместного проекта НИУ ВШЭ, Института ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании и Пекинского педагогического университета, посвященная ориентире цифровой трансформации образования — «идеальной школе».

Я очень благодарна Александру Юрьевичу за возможность совместной работы в течение этих лет, желаю бодрости духа, оптимизма в работе и сердечно поздравляю с юбилеем!

И. В. Дворецкая,
научный сотрудник лаборатории цифровой трансформации образования
Института образования Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики»

ИТОГИ XIX ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ИНФО-2022

Уважаемые коллеги!

В сентябре 2022 года издательство «Образование и Информатика» объявило конкурс научно-практических работ по методике обучения информатике и информатизации образования ИНФО-2022.

Было организовано жюри конкурса, в которое вошли представители Российской академии образования, ведущие методисты, члены редакционных коллегий журналов «Информатика и образование» и «Информатика в школе», сотрудники объединенной редакции ИНФО.

В конкурсе приняли участие как работники образования — учителя, преподаватели вузов, работники учреждений дошкольного образования, педагоги системы дополнительного образования, методисты, — так и студенты педвузов из разных регионов Российской Федерации, а также из стран ближнего зарубежья.

Конкурс проводился по следующим номинациям:

1. Инновации в методике обучения информатике.
2. Технологии искусственного интеллекта в сфере образования.
3. Цифровизация образовательной организации и учебного процесса.
4. Развитие профессиональных компетенций педагогов в контексте цифровизации системы образования.

К сожалению, вынуждены отметить (и обратить на это особое внимание участников конкурса), что несколько работ, получивших высокие оценки членов жюри, были исключены из списка победителей из-за плагиата и самоплагиата. Надеемся, что в будущих конкурсах участники будут более внимательно относиться к соблюдению норм публикационной этики и к выполнению условий конкурса в части оригинальности работы.

Представляем лауреатов (1-е место) и дипломантов (2-е место) конкурса ИНФО-2022.

НОМИНАЦИЯ 1 «ИННОВАЦИИ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ»

Лауреаты конкурса (1-е место)

Кольцова Ксения Игоревна,

*учитель физики, Парфеньевская средняя общеобразовательная школа,
с. Парфеньево, Костромская область, Россия;*

*магистрант кафедры теории и методики обучения информатике, физико-математический факультет,
Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского, г. Ярославль, Россия*

Курганова Наталья Александровна,

*доцент кафедры прикладной информатики и математики,
Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия*

Морох Евгений Александрович,

учитель информатики, средняя школа № 76, г. Ярославль, Россия

Дипломант конкурса (2-е место)

Баракина Татьяна Вячеславовна,

*доцент кафедры предметных технологий начального и дошкольного образования,
Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия*

НОМИНАЦИЯ 2 «ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ»

По мнению жюри, в данной номинации не было представлено работ, достойных 1-го места.

Дипломанты конкурса (2-е место)

Латышева Любовь Павловна,
доцент кафедры высшей математики и методики обучения математике, математический факультет, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия

Олехов Алексей Андреевич,
старший преподаватель кафедры высшей математики и методики обучения математике, математический факультет, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия

Скорнякова Анна Юрьевна,
декан математического факультета, доцент кафедры высшей математики и методики обучения математике, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия

Черемных Елена Леонидовна,
и.о. зав. кафедрой высшей математики и методики обучения математике, математический факультет, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия

Мельникова Екатерина Викторовна,
ассистент кафедры высшей математики и методики обучения математике, математический факультет, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия

Лаптева Татьяна Дмитриевна,
магистрант, математический факультет, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия

Пантюхин Дмитрий Валерьевич,
старший преподаватель, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия;
старший преподаватель, МИРЭА — Российский технологический университет, г. Москва, Россия

НОМИНАЦИЯ 3 «ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА»

По мнению жюри, в данной номинации не было представлено работ, достойных 1-го места.

Дипломант конкурса (2-е место)

Смирнова Светлана Александровна,
студентка 4-го курса кафедры теории и методики обучения информатике, физико-математический факультет, Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского, г. Ярославль, Россия

НОМИНАЦИЯ 4 «РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕДАГОГОВ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ»

Лауреат конкурса (1-е место)

Косова Екатерина Алексеевна,
зав. кафедрой прикладной математики, Физико-технический институт, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, г. Симферополь, Республика Крым, Россия

Дипломанты конкурса (2-е место)

Иманова Ольга Анатольевна,
доцент кафедры информационных технологий обучения и непрерывного образования, Институт педагогики, психологии и социологии, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Смолянинова Ольга Георгиевна,
зав. кафедрой информационных технологий обучения и непрерывного образования, Институт педагогики, психологии и социологии, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Токтарова Вера Ивановна,

*профессор кафедры прикладной математики и информатики,
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия*

Ребко Ольга Васильевна,

*аспирант кафедры методологии и управления образовательными системами,
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия*

Все представленные выше лауреаты (1-е место) и дипломанты (2-е место) конкурса ИНФО-2022 будут награждены дипломами соответствующего достоинства от издательства «Образование и Информатика». Их работы будут опубликованы в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе» (в соответствии с рекомендациями членов жюри конкурса в зависимости от тематики и содержания работы).

В качестве приза победители конкурса ИНФО-2022 получают подписку в печатном виде на 2023 год на журналы «Информатика и образование» и «Информатика в школе».

Уважаемые коллеги! Обращаем ваше внимание, что с 2022 года электронные версии журналов «Информатика и образование» и «Информатика в школе» размещаются на сайте издательства в режиме открытого доступа (Open Access), поэтому электронная подписка победителям не оформляется (как это было в предыдущих конкурсах).

Также по результатам конкурса отмечены жюри и рекомендованы к публикации в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе» работы следующих авторов:

Бурняшов Борис Анатольевич,

*доцент кафедры социально-гуманитарных и естественно-научных дисциплин,
Северо-Кавказский филиал Российского государственного университета правосудия, г. Краснодар, Россия*

Герасимова Ирина Владимировна,

*доцент кафедры химии и методики преподавания химии,
Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия*

Курганова Наталья Александровна,

*доцент кафедры прикладной информатики и математики,
Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия*

Лобанов Алексей Александрович,

учитель информатики, директор, ЧОУ «Школа Таурас», Санкт-Петербург, Россия

Лобанова Татьяна Юрьевна,

учитель информатики, Ангарский лицей № 1, г. Ангарск, Иркутская область, Россия

Порваткин Андрей Викторович,

*педагог дополнительного образования детей,
Республиканский Центр дополнительного образования детей, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия;
магистрант, Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева,
г. Саранск, Республика Мордовия, Россия*

Троицкая Ольга Николаевна,

*зав. кафедрой экспериментальной математики и информатизации образования,
Высшая школа информационных технологий и автоматизированных систем,
Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия*

Вохтомина Ева Дмитриевна,

*студентка 4-го курса, Высшая школа информационных технологий и автоматизированных систем,
Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия*

Участники конкурса, чьи работы рекомендованы к публикации, получают сертификат об участии в конкурсе и публикации вместе с авторским экземпляром журнала, в котором будет опубликована работа.

Остальные конкурсанты могут получить сертификат об участии, который будет подготовлен по индивидуальному запросу.

Следите за информацией о новых конкурсах в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе», а также на сайте ИНФО: <https://infojournal.ru/>

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-33-44

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ЦИФРОВОЙ ДОСТУПНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ*

Е. А. Косова¹ ✉

¹ Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, г. Симферополь, Республика Крым, Россия

✉ lynx99@inbox.ru

Аннотация

В статье предложен подход к применению метода ситуационных задач (кейсов) для формирования компетенций цифровой доступности (ЦиД) электронного обучения (ЭО). Разработаны: схема формирования компетенций цифровой доступности электронного обучения (ЦиД ЭО) с помощью метода кейсов, процедура решения кейса, шаблон описания кейса и коллекция из 11 кейсов. В качестве эмпирического материала для ситуационных задач использованы оригинальные наборы данных, размещенные в открытом доступе, в частности, результаты экспертной оценки ЦиД ЭО, анализа потребностей обучающихся в ЦиД ЭО, оценки мотивации и готовности преподавателей к обеспечению ЦиД ЭО, оценки сформированности компетенций ЦиД ЭО, контент-анализа веб-сервисов ЦиД ЭО, анализа нормативных оснований ЦиД ЭО. При решении каждого кейса обучающиеся должны выполнить самостоятельное исследование данных по образцу и сравнить полученные результаты с опубликованными ранее, а также, по возможности, выявить дополнительные закономерности. В обучении основам ЦиД решение кейсов целесообразно сочетать с другими формами организации обучения (лекциями, традиционными практическими работами и тестированием). Разработанный инструментарий может быть использован преподавателями для проектирования собственных ситуационных задач с применением открытых данных.

Ключевые слова: цифровая доступность, веб-доступность, формирование компетенций, метод кейсов, ситуационные задачи, профессиональное образование, электронное обучение.

Для цитирования:

Косова Е. А. Методический подход к разработке ситуационных задач для формирования компетенций цифровой доступности электронного обучения. *Информатика и образование*. 2023;38(1):33–44. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-33-44

METHODICAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF THE CASE-BASED METHOD TO CREATE DIGITAL ACCESSIBILITY COMPETENCIES IN THE E-LEARNING

Ye. A. Kosova¹ ✉

¹ V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, The Republic of Crimea, Russia

✉ lynx99@inbox.ru

Abstract

The article proposes an approach to the application of case-based method for the creating of digital accessibility competencies in the e-learning. The following method tools have been developed: a scheme for the creating of digital accessibility competencies using the case method, a procedure for solving a case, a template for describing a case and a collection of 11 cases. The original data sets posted in the public domain were used as empirical material for situational tasks. These data sets contained the results of: expert assessment of the e-learning digital accessibility; analysis of the students' needs in e-learning digital accessibility; assessment of the teachers' motivation and readiness for providing e-learning digital accessibility; analysis of the content of digital accessibility web services; analysis of the regulatory bases in e-learning digital accessibility. During the solving of each case, students should perform their own study of the data set according to the task, compare the results with those published earlier, and, if possible, identify

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_01-2023/

additional patterns. In teaching the basics of digital accessibility, it is advisable to combine the case-based method with traditional forms of learning (lectures, traditional practical work and testing). The developed tools can be used by teachers to design their own situational tasks using open data.

Key words: digital accessibility, web accessibility, competency creating, case-based method, case tasks, vocational education, e-learning.

For citation:

Kosova Ye. A. Methodical approach to the development of the case-based method to create digital accessibility competencies in the e-learning. *Informatics and Education*. 2023;38(1):33–44. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-33-44

1. Введение

В эпоху глобального интереса к электронному обучению (ЭО) и дистанционным образовательным технологиям возникают организационные проблемы и практические задачи, связанные с необходимостью обеспечения доступности ЭО для всех участников образовательного процесса. Согласно результатам последних исследований, электронные образовательные ресурсы (ЭОР) нередко имеют ошибки цифровой доступности (ЦиД), препятствующие свободному восприятию, пониманию и обработке образовательного контента [1–3]. *Под цифровой доступностью электронного обучения (ЦиД ЭО) понимают такую совокупность свойств цифровых ресурсов, которая определяет их пригодность для использования как можно более широкой аудиторией с учетом персональных возможностей, потребностей и предпочтений обучающихся.* Методологические основы ЦиД ЭО лежат в плоскости стандартизации доступности электронного контента. Наиболее значимыми инструктивными документами в этой отрасли являются «Руководящие принципы доступности веб-контента» (Web Content Accessibility Guidelines, WCAG)*, которые регламентируют технологии разработки цифровых ресурсов, доступных для каждого пользователя, включая лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Согласно [4], предметная область ЦиД ЭО охватывает следующие направления:

- оценку полноты и качества нормативных оснований и стандартов ЦиД;
- идентификацию потребностей обучающихся в доступной среде ЭО;
- разработку архитектуры и содержания доступных веб-платформ и онлайн-курсов;
- анализ соответствия цифрового контента требованиям ЦиД.

При этом обеспечение ЦиД ЭО зависит от уровня сформированности компетенций ЦиД у специалистов, участвующих в создании ЭОР и среды ЭО, а разработка и внедрение методических подходов к формированию таких компетенций относятся к актуальным проблемам [5, 6].

В работе [6] показано, что решение практических задач в процессе обучения основам ЦиД ЭО способ-

ствует улучшению самооценки обучающихся и положительно влияет на уровень сформированности соответствующих компетенций. При обучении основам ЦиД ЭО рекомендовано использовать практико-ориентированный подход с применением методов обучения, эффективность которых доказана, в частности, метода ситуационных задач, или кейсов**. Метод кейсов позволяет преодолеть разрыв между теорией и практикой, предоставляя обучающимся возможность погрузиться в конкретную проблему, основанную на реальной ситуации и конкретных данных [7, 8]. В литературе можно найти примеры успешного применения ситуационных задач для формирования отдельных навыков обеспечения ЦиД ЭО [9, 10]. Есть основания полагать, что включение метода кейсов в общую методику подготовки по ЦиД ЭО усилит практико-ориентированный характер обучения, развивая иммерсивный эффект образовательной среды.

Цель статьи — разработка методического подхода к проектированию и использованию ситуационных задач (кейсов) для формирования компетенций ЦиД ЭО.

2. Общие сведения о методе кейсов

Метод кейсов — это активный, ориентированный на студента подход к обучению, при использовании которого обучающийся выступает в роли исследователя сформулированной проблемы, основанной на реалистичной ситуации или конкретном случае (кейсе) [11, 12]. Процесс решения кейса подразумевает работу над задачей, сконструированной преподавателем на основе объективно существующих данных в соответствии с предполагаемыми результатами обучения [12]. При этом преподаватель выполняет роль инструктора или модератора, регулирующего процесс решения и коммуникацию в группе обучающихся [8]. Правильно сформулированный кейс содержит сведения о реально существующей проблеме (ее подробное описание, сопутствующие материалы и данные), обладает достаточной неопределенностью для вариативности в интерпретации данных и включает сценарий (алгоритм), требующий применения навыков критического мышления [13, 14].

* Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. W3C Recommendation 11 December 2008. <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>
Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. W3C Recommendation 05 June 2018. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

** Метод ситуационных задач (метод кейсов, кейс-метод, ситуационный анализ, метод тематического исследования) — преподавание или разъяснение предмета или проблемы посредством анализа и обсуждения реальных случаев. *Dictionary.com*. <https://www.dictionary.com/browse/case-method>

Рекомендуется придерживаться следующей обобщенной процедуры решения кейса:

а) исследование материалов кейса (сначала беглое, затем детальное);

б) выделение основных проблемных вопросов;

в) формулирование предположений (гипотез) для каждого проблемного вопроса;

г) качественный и количественный анализ данных;

д) разработка набора рекомендаций, подкрепленных результатами выполненного анализа [15].

Решение кейса, как правило, сопровождается обсуждением в учебных группах [8, 15].

Впервые примененный в 1870 году в Гарварде для преподавания права по прецедентам, а затем с 1908 года там же для решения бизнес-задач [16], в настоящее время метод кейсов охватывает различные сферы образования и обучения. По всей видимости, наибольшее применение метод ситуационных задач нашел в медицине и здравоохранении. Так, по запросу «case-based learning» в Google Scholar (использованы фильтры: период — 2018–2022 годы, сортировка — по релевантности, просмотр первых пяти страниц поиска) обнаружено, что более половины публикаций (28 результатов поиска из 50) относятся к использованию метода кейсов в медицинском образовании. На примере этой отрасли можно получить представление о применимости и эффективности метода. В преподавании медицинских дисциплин используются ситуации, основанные на работе с реальными пациентами и на открытых данных, размещенных в интернете (нередко в сочетании). В качестве достоинств метода указываются: поощрение самостоятельного обучения и активного участия в решении проблемы (в малых группах под руководством преподавателя), глубокое обучение (экстраполяция результатов на группы аналогичных случаев, расширение результатов обучения за пределы набора заранее предопределенных правильных ответов), развитие критического мышления [11, 17]. Преимущества метода кейсов (в том числе при использовании технологий ЭО) по сравнению с более традиционными методами обучения подтверждаются статистически значимыми результатами [11, 17]. Показано, что метод кейсов улучшает навыки командной работы и клинические навыки и опосредованно способствует улучшению состояния пациентов [12, 18, 19].

Университетское образование в целом также выигрывает от применения в обучении метода кейсов [7, 20]. Так, подтверждена эффективность использования ситуационных задач в курсах биотехнологии [21–23], STEM* [24], экономики [25], управления информационными системами [26, 27], строительной и транспортной инженерии [28, 29], инженерии программного обеспечения [30, 31], информационных технологий в образовании (в том числе для обучения

преподавателей методам оценки Цид образовательного контента [9, 10]) и в других областях. Во всех случаях сообщается о статистически существенном росте показателей сформированности профессиональных компетенций при использовании в обучении метода кейсов по сравнению с традиционными дидактическими подходами, вне зависимости от характера обучения (самостоятельное или при участии преподавателя) и формы обучения (онлайн, офлайн или смешанная). Показано также, что метод кейсов способствует росту учебной активности и мотивации обучающихся и в конечном счете приводит к более высоким академическим достижениям [7, 8].

Анализ публикаций свидетельствует, что метод кейсов принадлежит к методам — акселераторам обучения, применение которых всегда (или в подавляющем большинстве случаев) улучшает образовательные результаты. Метод кейсов представляет ценность для обучения основам Цид ЭО, так как имеет подтвержденную эффективность и методологически согласуется с практико-ориентированным подходом к формированию компетенций Цид ЭО, более 60 % элементов которых относятся к типу «навыки» [6].

3. Материалы и методы

Подход к обучению основам Цид ЭО с помощью метода кейсов предполагал разработку схемы формирования соответствующих компетенций, процедуры решения кейсов и содержания ситуационных задач. Для разработки схемы формирования компетенций Цид ЭО с помощью метода кейсов использовано содержание системы компетенций, апробированной в ходе педагогического эксперимента [6]. Из системы компетенций были выделены элементы (всего восемь), для которых может быть применим метод кейсов; установлено соответствие между элементами компетенций и тематикой кейсов. Для разработки процедуры решения кейсов использован подход, предложенный в Гарвардской школе бизнеса [15]. Для проектирования содержания кейсов использованы рекомендации специализированного центра «The Case Center» (Крэнфилд, Бедфорд, Великобритания)**.

Коллекция кейсов разработана в августе–октябре 2022 года. Базу для содержания кейсов составили исследования автора данной статьи, выполненные в 2019–2022 годах с публикацией наборов данных эмпирического материала в открытом репозитории Mendeley Data***. В частности, использованы наборы данных, содержащие результаты:

- экспертной оценки Цид ЭОР;
- анализа потребностей обучающихся в Цид ЭО;
- оценки мотивации и готовности преподавателей к обеспечению Цид ЭО;
- оценки сформированности компетенций Цид ЭО;

* STEM — аббревиатура от *англ.* Science, Technology, Engineering and Mathematics (наука, технология, инженерия и математика).

** Case submission requirements. *The Case Center*. <https://www.thecasecentre.org/submission/guidelines/requirements>

*** Mendeley Data. <https://data.mendeley.com/>

- контент-анализа веб-сервисов Цид ЭО;
- анализа нормативных оснований Цид ЭО.

Ссылки на наборы данных приведены в приложении к данной статье на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_01-2023/

4. Формирование компетенций цифровой доступности электронного обучения с помощью метода кейсов

Под компетенциями цифровой доступности электронного обучения (Цид ЭО) понимают способности к созданию, интеграции и обработке цифрового образовательного контента в соответствии с требованиями Цид [6]. Профессиональные компетенции Цид ЭО представлены совокупностью элементов типов «знания», «навыки» и «интенции»:

компетенция 1 — способность разрабатывать образовательный контент, соответствующий требованиям Цид ЭО (10 элементов);

компетенция 2 — способность интегрировать и обрабатывать образовательный контент, соответствующий требованиям Цид ЭО (шесть элементов).

Восемь из 16 элементов компетенций связаны с выработкой практических навыков создания до-

ступных ЭОР, формирование остальных восьми предполагает эмпирическое исследование проблем Цид ЭО с использованием практико-ориентированных методов, в том числе метода кейсов.

Цид ЭО как одно из ключевых условий организации общедоступного образования может быть обеспечена при условии соблюдения комплекса требований, к которым относятся:

- соответствие нормативной базы современным представлениям о Цид ЭО;
- знание и понимание потребностей и предпочтений целевой аудитории Цид ЭО;
- достаточный уровень сформированности компетенций Цид ЭО у авторов и разработчиков ЭОР;
- соответствие ЭОР требованиям Цид.

Формирование компетенций Цид ЭО на основе метода кейсов предполагает использование подхода, при котором все перечисленные требования рассматриваются как отдельные (но взаимосвязанные) тематические разделы, последовательное освоение которых формирует у обучающихся целостное представление о свойствах и характеристиках Цид ЭО.

На рисунке 1 представлена общая схема формирования компетенций Цид ЭО с использованием метода кейсов.



Рис. 1. Схема формирования компетенций Цид ЭО с использованием метода кейсов

Fig. 1. Scheme of creation the digital accessibility competencies in the e-learning using the case method

Решение кейсов не конкурирует с другими методами обучения, к которым относятся изучение теоретического материала, выполнение традиционных практических работ, прохождение формирующего и итогового тестирования. Ситуационные задачи могут быть интегрированы в обучение на этапе приобретения практических навыков с учетом педагогической целесообразности использования метода кейсов для освоения конкретных тем из всех тематических разделов Цид ЭО. При этом общий уровень сформированности компетенций Цид ЭО определяется по результатам итогового (зачетного) тестирования после завершения цикла обучения.

В настоящее время разработано 11 кейсов для формирования восьми элементов компетенций Цид ЭО. Предусматривается, что каждый последующий кейс базируется на знаниях и опыте, полученных в ходе решения предыдущих. В то же время возможно избирательное использование кейсов при условии, если обучающиеся обладают необходимым набором стартовых компетенций (пререквизитов) для решения выбранной ситуационной задачи. К обязательным пререквизитам относятся навыки статистического анализа данных (например, в электронных таблицах), к рекомендуемым — базовые представления о Цид ЭО. Отличительной особенностью формирования компетенций Цид ЭО на основе кейсов является использование в обучении реальных эмпирических данных, размещенных в открытом доступе и послуживших основой для уже опубликованных исследований. Темы кейсов, их связь с тематическими разделами Цид ЭО и формируемыми элементами компетенций приведены в приложении к данной статье на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_01-2023/

5. Процедура решения кейсов по цифровой доступности электронного обучения

Процедура решения кейсов представляет собой алгоритм изучения разных аспектов Цид ЭО в соответствии с задачами, основанными на объективно существующих ситуациях (явлениях, прецедентах), подкрепленных реальными данными. Для кейса не существует единственно правильного решения, а ход решения в каждом конкретном случае может варьироваться в зависимости от внутренних и внешних контекстных факторов образовательной среды.

В то же время общий подход к описанию процедуры решения кейса поддается формализации и может быть представлен в виде организационной диаграммы (см. рис. 2).

Решение кейса по Цид ЭО предполагает активное взаимодействие обучающихся в мини-группах с участием преподавателя в качестве модератора и консультанта.

Вводный этап процедуры предназначен для ознакомления обучающихся с сущностью и условиями (правилами и ограничениями) кейса, а также для планирования работ. На следующем этапе обучающиеся занимаются решением кейса, используя predetermined данные, технологии и методы. В качестве опции возможно внесение модератором дополнительного контекста в содержание второго этапа для симуляции реального эмпирического исследования, основанного на данных. Все промежуточные результаты, полученные на этапе погружения, документируются (в формате текста, рисунков, диаграмм, таблиц). На этапе сборки зафиксированные ранее наброски решений подвергаются анализу, обобщению и формализации. Контрольной точкой этапа сборки является проверка согласованности полученных результатов с заданием, сформулированным на вводном этапе. На этапе рефлексии выполняется обсуждение полученных результатов, формулирование выводов и перспектив развития кейса. В случае, если результаты, основанные на исходных данных кейса, были ранее опубликованы в виде научных статей, модератор использует эти статьи как дополнительный контекст для обсуждения.

Таким образом, решение кейса по предложенной схеме можно рассматривать как учебную имитационную модель реального эмпирического исследования в сфере Цид ЭО.

6. Описание кейсов по цифровой доступности электронного обучения

Эффективность решения кейса зависит от качества и детализации его описания. Под описанием подразумевается понятная и подробная инструкция к решению кейса для преподавателя (модератора) и обучающихся. Инструкция должна содержать ссылки на исходные данные кейса и сопроводительные научно-методические материалы.

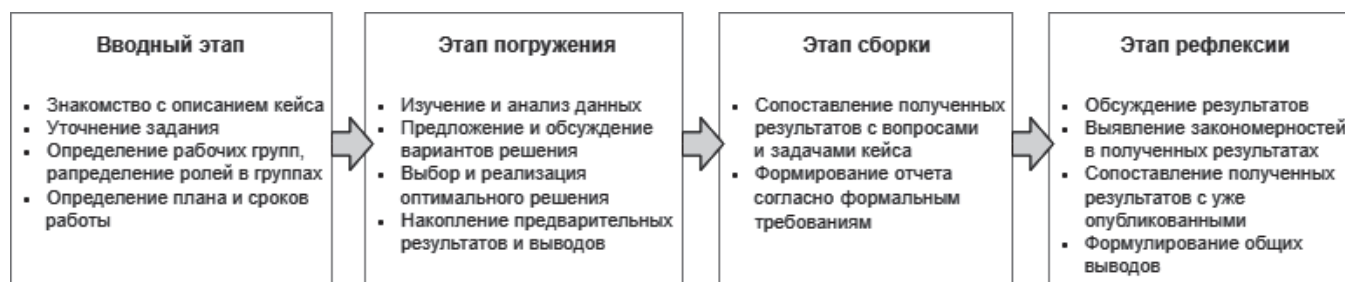


Рис. 2. Общая процедура решения кейса по Цид ЭО

Fig. 2. General procedure for solving a case on digital accessibility in the e-learning

На основе существующих подходов к формированию структуры и содержания ситуационных задач разработан шаблон описания кейса по Цид ЭО, с помощью которого выполнено описание всех кейсов коллекции.

Рассмотрим детальное описание кейса на примере задачи о распознавании потребностей обучающихся и выявлении контекстных факторов, определяющих Цид ЭО (см. табл.).

К основным атрибутам кейса относятся:

- пререквизиты и постреквизиты обучения;
- метаданные (ключевые слова);
- рекомендуемый инструментарий обучения, методы, данные, ресурсы и ограничения;
- формулировка ситуации и связанных с ней вопросов и задач;
- формальные условия и требования к организации обучения и представлению результатов.

Таблица / Table

Атрибуты кейсов по цифровой доступности электронного обучения (Цид ЭО)

Attributes of the cases on e-learning digital accessibility

№ п/п	Атрибут кейса	Содержание атрибута (шаблон)	Содержание атрибута на примере одной из ситуационных задач
1	Тема	Краткое наименование кейса, точно отражающее суть решаемой задачи	Факторы, определяющие потребности студентов в Цид ЭО: результаты социологического опроса
2	Целевая аудитория	Группы лиц, в обучении которых может быть применен кейс	Студенты бакалавриата, магистратуры, специалитета, слушатели дополнительного профессионального образования, которые обучаются по образовательным программам, формирующим цифровые компетенции электронного обучения
3	Цель обучения	Предвосхищаемый (ожидаемый) результат обучения	На основе данных социологического опроса обучающихся вуза с использованием методов анализа данных научиться распознавать связанные со здоровьем потребности обучающихся и контекстные факторы электронной образовательной среды, способствующие акселерации или депривации возможностей обучающихся
4	Пререквизиты обучающихся	Стартовый набор компетенций (знаний, умений и навыков), необходимый для решения кейса	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • методы расчета статистических показателей, построения и анализа таблиц, диаграмм и графиков в электронных таблицах; • методы поиска информации в интернете; • английский язык на базовом уровне; • понятийный аппарат Цид ЭО (желательно); • нормативные основания Цид ЭО (желательно). Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • использовать статистические и графические инструменты электронных таблиц для анализа данных и представления результатов исследования; • использовать интернет для поиска данных; • читать по-английски и переводить со словарем
5	Постреквизиты обучающихся	Результирующий набор компетенций (знаний, умений и навыков)	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • инструменты для диагностики функциональных ограничений и распознавания образовательных потребностей, связанных со здоровьем; • подход к выявлению потребностей обучающихся, основанный на данных модельного исследования ограничений здоровья (англ. Model Disability Survey, MDS); • содержание контрольных списков MDS и методы их использования. Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • с помощью методов математической статистики и анализа данных выявлять закономерности в данных (результатах) социологического опроса; • выполнять анализ полученных результатов и уже опубликованных; • эффективно работать в группе над общей проблемой с помощью облачных сервисов
6	Внутрипредметные и межпредметные связи	Место кейса в системе тематических разделов Цид ЭО	Нормативное поле → персонализация среды обучения → готовность и компетентность специалистов → доступность платформ и контента ЭО

Продолжение таблицы /
Continuation of the table

№ п/п	Атрибут кейса	Содержание атрибута (шаблон)	Содержание атрибута на примере одной из ситуационных задач
7	Ключевые слова	Перечень терминов, характеризующих содержание кейса	Цифровая доступность, электронное обучение, модельное исследование ограничений жизнедеятельности, MDS, разумные приспособления, персонализация обучения, социологический опрос, обучающиеся вузов
8	Методы	Заданный набор методов, рекомендованных для решения кейса	Анализ литературы, методы описательной статистики, методы групповой работы над задачей, метод мозгового штурма
9	Инструментарий	Заданный набор аппаратных и программных средств, веб-сервисов, рекомендованных для решения кейса	Процессор электронных таблиц (например, Microsoft Office Excel, LibreOffice Calc, Google Таблицы); текстовый процессор (например, Microsoft Office Word, LibreOffice Writer, Google Документы); облачные сервисы для совместной работы (например, Miro, Trello)
10	Данные и ресурсы	Базовый набор данных, на которых построен кейс, ключевая литература и веб-ресурсы	<p>1. Набор данных [32]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • на двух листах Microsoft Excel; • язык – английский; • количество записей — 182; • количество переменных с выбором одного варианта ответа — 64, с множественным выбором — 17, социально-демографический блок — две переменных. <p>2. Обязательный для освоения ресурс: опросный лист «Выявление образовательных потребностей обучающихся с точки зрения здоровья» (2022). См.: https://drive.google.com/file/d/1Ff5m4wTUP1rTlqTvO2ohlbiLL8-gyY46/view?usp=share_link</p> <p>3. Рекомендуемые дополнительные ресурсы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) (2001). https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health; • ICFe-learning (2022). https://www.icf-elearning.com/; • Model disability survey (MDS): survey manual (2017). https://www.who.int/publications/item/9789241512862; • Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. (2018). https://www.w3.org/TR/WCAG21/
11	Описание проблемной ситуации (прецедента)	Краткое и точное описание реальной ситуации в формате повествования	<p><i>В апреле 2021 года на факультете математики и информатики одного из российских университетов был проведен анонимный онлайн-опрос обучающихся бакалавриата и магистратуры. Целью опроса являлось выявление студентов, ранее не идентифицированных в отношении ограничений здоровья, и определение их потребностей в компьютерно-ориентированных «разумных приспособлениях» (характеристиках образовательной среды, облегчающих обучение).</i></p> <p><i>На момент исследования на факультете обучались 547 человек: юношей — 359, девушек — 188; обучающихся бакалавриата — 448, магистратуры — 99. Из общего контингента 11 студентов имели инвалидность, лица с другими ограниченными возможностями здоровья отсутствовали, потребности в специальных условиях обучения (разумных приспособлениях) никем заявлены не были. Опросный лист заполнили и отправили 182 человека. В процессе первичного обзора ответов респондентов обнаружилось противоречивые данные, которые потребовали детального анализа с помощью статистических методов. Предметом и основной задачей данного кейса являются анализ и интерпретация результатов проведенного опроса</i></p>

Продолжение таблицы /
Continuation of the table

№ п/п	Атрибут кейса	Содержание атрибута (шаблон)	Содержание атрибута на примере одной из ситуационных задач
12	Основные вопросы кейса	Ключевые вопросы, на которые необходимо найти ответ в процессе решения кейса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как можно охарактеризовать реальное состояние здоровья обучающихся? 2. С какими проблемами сталкиваются студенты во время обучения из-за особенностей состояния своего здоровья? 3. Какие факторы образовательной среды могут помочь обучающимся преодолеть проблемы в обучении, связанные со здоровьем, а какие являются барьерами? 4. Можно ли рассматривать ЦиД ЭО как совокупность контекстных факторов, способствующих нивелированию проблем в обучении, и какова степень влияния этих факторов на качество обучения? 5. Какие вспомогательные технологии и адаптивные стратегии ЭО преимущественно использовали, используют и планируют использовать обучающиеся для того, чтобы повысить доступность обучения? 6. Какие организационные решения можно предложить для идентификации и удовлетворения образовательных потребностей обучающихся, в том числе при ЭО?
13	Последовательность решения	Поэтапный алгоритм (протокол) решения кейса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить обязательные для освоения ресурсы. 2. Ознакомиться с набором данных кейса. 3. Выбрать методы математической статистики, подходящие для решения основных вопросов кейса. 4. Выполнить анализ данных с помощью выбранных методов. 5. Визуализировать полученные результаты с помощью графических средств (таблицы, диаграммы) 6. Сформировать отчет о решении кейса согласно формальным требованиям
14	Участники	Количество участников группы, задействованной в решении кейса, и их роли	2–3 участника (выделенные роли отсутствуют)
15	Время решения	Время, за которое предлагается достигнуть цели обучения (с учетом контактной и самостоятельной работы)	6 академических часов (270 минут) без учета времени, необходимого для ознакомления с дополнительными ресурсами; из них — 4 академических часа самостоятельной (удаленной) работы
16	Форма проведения обучения	Рекомендуемая форма занятий с использованием кейса (онлайн, офлайн, смешанная)	Смешанная (очная с использованием дистанционных образовательных технологий)
17	Ограничения	Условия, которые необходимо учитывать в процессе решения кейса	Данные о состоянии здоровья и связанных со здоровьем проблемах в обучении получены на основании субъективного мнения студентов и могут отличаться от данных объективного обследования, проведенного специалистами
18	Протоколы работы с данными*	Алгоритмы «сборки» данных из базового набора для получения результатов, сопоставимых с уже опубликованными	Не применимо. Исходные данные подготовлены для анализа и не нуждаются в предварительной «сборке»
19	Дополнительные данные*	Данные, формирующие дополнительный контекст кейса	Текст научной статьи, в которой выполнен анализ результатов проведенного опроса [33]
20	Дополнительные вопросы кейса*	Вопросы, формирующие дополнительный контекст кейса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Существует ли связь между измеряемыми показателями, и, если существует, то как можно охарактеризовать эту связь? 2. Правомерно ли экстраполировать полученные результаты на весь факультет / весь университет / все вузы Российской Федерации / всю целевую аудиторию обучающихся вузов?

Окончание таблицы /
End of the table

№ п/п	Атрибут кейса	Содержание атрибута (шаблон)	Содержание атрибута на примере одной из ситуационных задач
21	Дополнительные технологии*	Инструменты и методы, рекомендованные к использованию в рамках дополнительного контекста	Методы корреляционного и регрессионного анализа, таблицы сопряженности
22	Формат отчета	Заданные требования к содержанию и оформлению итогового отчета и сопроводительных материалов по кейсу	Отчет должен содержать разделы: тема, авторы, введение (обоснование проблемы), цель, материал и методы, результаты, обсуждение, ограничения, выводы, список литературы. Объем и оформление отчета не нормированы. Самостоятельность написания работы (по результатам проверки на неправомерные заимствования) — не менее 70 %

Примечание: * – опциональные атрибуты, которые могут быть добавлены для внесения дополнительного контекста.

Содержания основных атрибутов кейса достаточно для реализации обучения и получения образовательных результатов, вносящих свой вклад в формирование одного из элементов компетенции «Способность разрабатывать образовательный контент, соответствующий требованиям Цид ЭО». В зависимости от подготовленности аудитории и глубины проработки темы модератор может поставить дополнительные задачи, которые основаны на исходном наборе данных, но не были решены ранее. Например, для ситуации, описанной в таблице, ранее были получены ответы на основные вопросы кейса [33], в частности, обнаружена потребность значительной части студентов (ранее не идентифицированных в отношении ограничений здоровья и инвалидности) в персонализации обучения и Цид ЭО. При этом остались нерешенными вопросы, требующие применения к исходным данным иных статистических методов (таблиц сопряженности, корреляционного и регрессионного анализа). Ожидаемым побочным продуктом решения данного кейса является обнаружение связей между переменными:

- состояние здоровья;
- наличие и вид ограничения здоровья;
- трудности в обучении, связанные со здоровьем;
- контекстные факторы среды обучения (барьеры и акселераторы);
- вспомогательные технологии;
- пол респондента;
- год обучения в университете (курс).

Получение ответов на эти вопросы может внести новизну в понимание проблемы распознавания потребностей обучающихся при организации доступной среды ЭО.

Содержание ряда других кейсов по Цид ЭО представлено на сайте ИНФО: https://infojournal.ru/journals/info/info_01-2023/ Каждый из кейсов коллекции сформирован согласно представленному сценарию. Помимо аутентичных данных, кейсы содержат дополнительные методические материалы, включая опросные листы, чек-листы, описание

методик обучения, оригинальные нормативные документы и диаграммы их взаимосвязи, ссылки на источники литературы, онлайн-курсы и ресурсы, подвергнутые контент-анализу.

7. Обсуждение

По сведениям, имеющимся у автора, настоящая публикация является первой русскоязычной статьей, в которой изложен подход к формированию компетенций Цид ЭО с помощью метода кейсов. В поисковой системе Google Scholar* по запросу «case-based AND accessibility» обнаружено две публикации на близкую тему (обе основаны на результатах одного исследования) [9, 10]. В процессе обучения преподавателей технологиям оценки Цид авторы использовали «рассуждения на основе прецедентов» (англ. case-based reasoning) — метод, родственному решению ситуационных задач. Для реализации метода было разработано программное обеспечение и экспертная база кейсов, иллюстрирующих конкретные нарушения WCAG и способы их устранения. Разработанный нами подход, в отличие от приведенного в [9, 10], наследует классические традиции метода кейсов [15] и направлен на формирование компетенций Цид ЭО в целом, включая развитие навыков, необходимых для оценивания, интегрирования и разработки доступного образовательного контента.

Известны различные подходы к процедуре решения кейсов. Например, N. Radi Afsouran и соавторы [34], D. Elisabeth и соавторы [35] предлагают использовать циклический подход: задание кейса делится на подзадачи; каждая последующая подзадача решается с учетом опыта, полученного в результате решения предыдущей подзадачи, в соответствии с циклом «планирование, получение опыта, анализ опыта, формулирование выводов из полученного опыта, возвращение к планированию». С. М. Bowe

* Google Академия: Стоя на плечах гигантов. <https://scholar.google.com/>

и соавторы [14] используют итеративный подход как разновидность циклического подхода (многократное обращение к методу мозгового штурма для каждой подзадачи). J. S. Hammond [15] и S. Puri [8] придерживаются линейного подхода (однократное последовательное прохождение всех этапов решения — от ознакомления с материалами кейса до разработки рекомендаций и выводов). Предложенный нами алгоритм решения кейса основан на линейном подходе с включением итеративных процедур возвращения к заданию кейса на этапах сборки и рефлексии.

Согласно многочисленным свидетельствам [7, 9, 10, 12, 18–31], метод ситуационных задач или кейсов является акселератором обучения для разных дисциплин и форм организации учебного процесса. Однако, несмотря на подтвержденную эффективность и пользу для развития когнитивных навыков, критического мышления, активности и мотивации обучающихся, метод кейсов имеет ограничения, к которым относятся:

- неопределенность конечных образовательных результатов [11, 36, 37];
- изолированность отдельного случая, сложность экстраполяции результатов и выводов на случаи аналогичной природы [37];
- сложность формулировки критериев оценивания учебных достижений и проверки выполнения этих критериев [36, 37];
- существенные затраты ресурсов на подготовку кейсов и их решение [11, 34, 37];
- различная степень готовности обучающихся к активной групповой работе в процессе решения кейса [11, 34, 36, 37];
- пассивная роль преподавателя в процессе трансляции знаний [36, 37].

С учетом имеющихся ограничений решение кейсов следует рассматривать как дополнительную опцию в обучении основам ЦИД ЭО, которая должна применяться в сочетании с традиционными формами организации обучения — лекциями, практическими работами с predetermined образовательными результатами, контрольными испытаниями (текущим и итоговым тестированием). Целесообразность использования метода кейсов в сочетании с другими методами обучения находит подтверждение в работах [37, 38].

Представляет интерес эмпирическая проверка эффективности разработанных нами инструментов для формирования компетенций ЦИД ЭО при обучении в различных форматах — онлайн, офлайн и смешанным способом. Кроме того, целесообразно расширить библиотеку используемых кейсов за счет данных по ЦИД, размещенных в открытых репозиториях другими авторами. Одним из возможных применений разработанного подхода может быть использование шаблона кейса и процедуры решения кейса преподавателями, обучающимися по программам дополнительного профессионального образования, для создания собственных ситуационных задач по тематике ЦИД ЭО и в смежных отраслях.

8. Заключение

В соответствии с поставленной целью разработан методический подход к проектированию и использованию ситуационных задач (кейсов) для формирования компетенций ЦИД ЭО. Для применения в образовательном процессе подготовлен инструментарий методического подхода, а именно: схема формирования компетенций, процедура решения кейса, шаблон описания кейса и коллекция ситуационных задач, основанных на результатах исследований в сфере ЦИД ЭО. Согласно разработанному подходу, в процессе решения кейса обучающиеся под руководством модератора должны выполнить самостоятельное исследование открытых данных по ЦИД ЭО, сравнить полученные результаты с опубликованными ранее, а также, по возможности, выявить дополнительные закономерности данных.

В обучении основам ЦИД ЭО решение кейсов целесообразно сочетать с иными формами организации обучения (изучением литературы, лекциями, традиционными практическими работами, формирующим и итоговым тестированием). Разработанный инструментарий может быть использован преподавателями для проектирования собственных ситуационных задач с применением открытых данных.

Список источников / References

1. Lazar J. Managing digital accessibility at universities during the COVID-19 pandemic. *Univ Access Inf Soc.* 2022;21:749–765. DOI: 10.1007/s10209-021-00792-5
2. Mullin C., Gould R., Parker Harris S. ADA research brief: Digital access for students in higher education and the ADA. Chicago, ADA National Network Knowledge Translation Center; 2021. 12 p. Available at: https://adata.org/research_brief/research-brief-digital-access-students-higher-education-and-ada
3. Ahmad A. Q., Jawad M. A., Jaber Kh. M. E-learning issues and solutions for students with disabilities during COVID-19 pandemic: Al-Zaytoonah University of Jordan case study. *International Journal of Evaluation and Research in Education.* 2022;11(4):2087–2094. EDN: DBRBDM. DOI: 10.11591/ijere.v11i4.22842
4. Sanchez-Gordon S., Luján-Mora S. Research challenges in accessible MOOCs: a systematic literature review 2008–2016. *Univ Access Inf Soc.* 2018;17(4):775–789. DOI: 10.1007/s10209-017-0531-2
5. Gilligan J. Competencies for educators in delivering digital accessibility in higher education. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Practice. HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science.* Cham, Springer; 2020;12189:184–199. DOI: 10.1007/978-3-030-49108-6_14
6. Косова Е. А., Редкокош К. И. Методика формирования компетенций цифровой доступности: разработка и апробация на российской выборке. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика.* 2022;19(3):488–509. DOI: 10.22363/2313-1683-2022-19-3-488-509
7. Kosova Ye. A., Redkokosh K. I. Methodology for the formation of digital accessibility competences: Development and trial on a Russian sample. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics.* 2022;19(3):488–509. (In Russian.) EDN: CNZSZD. DOI: 10.22363/2313-1683-2022-19-3-488-509]
7. Raza S. A., Qazi W., Umer B. Examining the impact of case-based learning on student engagement, learning

- motivation and learning performance among university students. *Journal of Applied Research in Higher Education*. 2019;12(3):517–533. DOI: 10.1108/JARHE-05-2019-0105
8. Puri S. Effective learning through the case method, *Innovations in Education and Teaching International*. 2022;59(2):161–171. DOI: 10.1080/14703297.2020.1811133
9. Avila-Garzon C., Baldiris S., Fabregat R., Guevara J. C. Accessibility evaluation improvement using Case Based Reasoning. *Proc. 2012 IEEE Frontiers in Education Conf. (FIE)*. Seattle, IEEE Computer Society; 2012:1–6. DOI: 10.1109/FIE.2012.6462456
10. Avila C., Baldiris S., Fabregat R., Guevara J. C. A Web Content Accessibility Evaluation Process for Learning Objects in the Context of a Virtual Learning Environment. *New Horizons in Web Based Learning. ICWL 2012. Lecture Notes in Computer Science*. Berlin, Heidelberg, Springer; 2014;7697:181–190. DOI: 10.1007/978-3-662-43454-3_19
11. Bi M., Zhao Z., Yang J., Wang Y. Comparison of case-based learning and traditional method in teaching postgraduate students of medical oncology. *Medical Teacher*. 2019;41(10):1124–1128. DOI: 10.1080/0142159X.2019.1617414
12. Sistermans I. J. Integrating competency-based education with a case-based or problem-based learning approach in online health sciences. *Asia Pacific Educ. Rev*. 2020;21(4):683–696. DOI: 10.1007/s12564-020-09658-6
13. Barnes L. B., Christensen C. R., Hansen A. J. Teaching and the Case Method: Text, Cases, and Readings. Cambridge, Harvard Business Press; 1994. 352 p.
14. Bowe C. M., Voss J., Aretz H. T. H. Case method teaching: an effective approach to integrate the basic and clinical sciences in the preclinical medical curriculum. *Med Teach*. 2009;31(9):834–841. DOI: 10.1080/01421590902922904
15. Hammond J. S. Learning by the case method. Boston, Harvard Business School; 2002. 4 p. Available at: <https://store.hbr.org/product/learning-by-the-case-method/376241>
16. Merseeth K. K. The early history of case-based instruction: Insights for teacher education today. *Journal of Teacher Education*. 1991;42(4):243–249. DOI: 10.1177/002248719104200402
17. Ali M., Han S. C., Bilal H. S. M., Lee S., Kang M. J. Y., Kang B. H., Razzaq M. A., Amin M. B. iCBLs: An interactive case-based learning system for medical education. *International Journal of Medical Informatics*. 2018;109:55–69. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2017.11.004
18. McLean S. F. Case-based learning and its application in medical and health-care fields: A review of worldwide literature. *Journal of Medical Education and Curricular Development*. 2016;3:39–49. DOI: 10.4137/JMECD.S20377
19. Loftus S. Case-Based Learning. *An Introduction to Medical Teaching. Innovation and Change in Professional Education*. Cham, Springer; 2022;20:99–113. DOI: 10.1007/978-3-030-85524-6_8
20. Tammeleht A., Rodríguez-Triana M. J., Koort K., Löfström E. Collaborative case-based learning process in research ethics. *International Journal for Education Integrity*. 2019;15(6):1–22. DOI: 10.1007/s40979-019-0043-3
21. Suwono H., Pratiwi H. E., Susanto H., Susilo H. Enhancement of students' biological literacy and critical thinking of biology through socio-biological case-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 2017;6(2):213–220. DOI: 10.15294/jpii.v6i2.9622
22. Kulak V., Newton G., Sharma R. Does the use of case-based learning impact the retention of key concepts in undergraduate biochemistry? *International Journal of Higher Education*. 2017;6(2):110–120. DOI: 10.5430/ijhe.v6n2p110
23. Alani F. Development of case-based learning (CBL) in engineering technology education. *International Journal of Engineering Education*. 2020;36(3):896–900. Available at: https://www.ijee.ie/latestissues/Vol36-3/08_ijee3920.pdf
24. Rhodes A., Wilson A., Rozell T. Value of case-based learning within stem courses: Is it the method or is it the student? *CBE Life Sciences Education*. 2020;19(3):1–11. DOI: 10.1187/cbe.19-10-0200
25. Pertiwi L. W. R., Ariyanto D., Suprasto H. B., Suartana I. W. Case-based accounting learning strategies. *International Research Journal of Management, IT and Social Sciences*. 2020;7(1):156–161. DOI: 10.21744/irjmis.v7n1.834
26. Ktoridou D., Doukanari E., Epaminonda E., Karayiannis A. Case-based learning: Offering a premier targeted learning experience for technology management students. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2018:1781–1786. DOI: 10.1109/EDUCON.2018.8363450
27. Ahmad A., Maynard S. B., Motahhir S., Anderson A. Case-based learning in the management practice of information security: an innovative pedagogical instrument. *Pers Ubiquit Comput*. 2021;25:853–877. DOI: 10.1007/s00779-021-01561-0
28. McWhirter N., Shealy T. Case-based flipped classroom approach to teach sustainable infrastructure and decision-making. *International Journal of Construction Education and Research*. 2020;16(1):3–23. DOI: 10.1080/15578771.2018.1487892
29. Maslen S., Hayes J. Case based learning among practicing engineers: Design, facilitation and lessons learned. *Cogn Tech Work*. 2020;22:307–319. DOI: 10.1007/s10111-019-00569-0
30. Tiwari S., Saini V., Singh P., Sureka A. A case study on the application of case-based learning in software testing. *Proc. 11th Innovations in Software Engineering Conf., ISEC'18*. New York, Association for Computing Machinery; 2018:1–5. DOI: 10.1145/3172871.3172881
31. Ouh E. L., Irawan Y. Applying case-based learning for a postgraduate software architecture course. *Proc. 2019 ACM Conf. on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE '19*. New York, Association for Computing Machinery; 2019:457–463. DOI: 10.1145/3304221.3319737
32. Kosova Ye. Identification of health-related needs in special learning environments for university students: survey dataset. *Mendeley Data*. V1. 2022. DOI: 10.17632/fg353kv492.1
33. Kosova Ye. Assessment of the need in ICT-based accommodations for higher education students. *Proc. VI International Scientific and Practical Conf. Distance Learning Technologies (DLT-2021)*. 2021:112–121. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-3057/paper11.pdf>
34. Radi Afsouran N., Charkhabi M., Siadat S. A., Hoveida R., Oreyzi H. R., Thornton III G. S. Case-method teaching: Advantages and disadvantages in organizational training. *Journal of Management Development*. 2018;37(9/10):711–720. DOI: 10.1108/JMD-10-2017-0324
35. Elisabeth D., Sensuse D. I., Al Hakim S. Implementation of case-method cycle for case-based reasoning in human medical health: A systematic review. *2019 3rd Int. Conf. on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)*. 2019:1–6. DOI: 10.1109/ICICoS48119.2019.8982438
36. Saner R., Yiu L. European and Asian resistance to the use of the American case method in management training: Possible cultural and systemic incongruencies. *The International Journal of Human Resource Management*. 1994;5(4):953–976. DOI: 10.1080/095851994000000074
37. Schröter E., Röber M. Understanding the case method: Teaching public administration case by case. *Teaching Public Administration*. 2022;40(2):258–275. DOI: 10.1177/01447394211051883
38. Chumak M., Nekrasov S., Hrychanyk N., Prylypko V., Mykhalchuk V. Applying case method in the training of future specialists. *Journal of Curriculum and Teaching*. 2022;11(1):235–244. DOI: 10.5430/jct.v11n1p235

Информация об авторе

Косова Екатерина Алексеевна, канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой прикладной математики, Физико-технический институт, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, г. Симферополь, Республика Крым, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3263-9373>; *e-mail*: lynx99@inbox.ru

Information about the author

Yekaterina A. Kosova, Candidate of Sciences (Education), Docent, Head of the Department of Applied Mathematics, Physics and Technology Institute, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, The Republic of Crimea, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-3263-9373>; *e-mail*: lynx99@inbox.ru

Поступила в редакцию / Received: 15.12.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 30.01.23.

Принята к печати / Accepted: 31.01.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-45-54

ОЦЕНИВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ МАГИСТРОВ ПЕДАГОГИКИ СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО

О. А. Иманова¹ ✉, О. Г. Смолянинова¹

¹ Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

romolga66@mail.ru

Аннотация

Комплексная оценка уровня сформированности профессиональных компетенций выпускников педагогических вузов является одним из основных факторов, способствующих успешному трудоустройству будущих педагогов в соответствии с полученной квалификацией и открывающих перспективы их карьерного роста. Профессиональная самооценка является важным инструментом выстраивания вектора индивидуального развития, анализа собственного педагогического потенциала.

В статье представлены результаты исследования, проведенного на базе Института педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета и посвященного использованию технологии электронного портфолио (е-портфолио) для комплексной аутентичной оценки профессиональных компетенций магистров педагогики в период обучения в магистратуре и в процессе прохождения государственной итоговой аттестации. Описанное в статье содержание дисциплины «Е-портфолио в презентации и признании достижений», включенной в программу обучения магистров педагогики, позволяет решать задачи по развитию навыков самооценки и профессиональному развитию магистрантов направления подготовки «Педагогическое образование».

Представленные результаты самооценки уровня развития универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (с использованием материалов е-портфолио) по конструктивному и продуктивному уровням у магистрантов второго курса выше, чем у первого. Это объясняется накоплением материалов, подтверждающих их достижения в различных видах деятельности. Экспертная оценка материалов е-портфолио перед государственной итоговой аттестацией также свидетельствует о повышении уровня развития УК, ОПК и ПК магистрантов.

Ключевые слова: е-портфолио, магистранты, профессиональные компетенции, электронное обучение, педагогическое образование, комплексная оценка, самооценка.

Для цитирования:

Иманова О. А., Смолянинова О. Г. Оценивание профессиональных компетенций магистров педагогики средствами электронного портфолио. *Информатика и образование*. 2023;38(1):45–54. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-45-54

ASSESSMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF MASTERS OF PEDAGOGY USING ELECTRONIC PORTFOLIO

O. A. Imanova¹ ✉, O. G. Smolyaninova¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

romolga66@mail.ru

Abstract

Comprehensive assessment of professional competencies is one of the main conditions ensuring successful employment in accordance with the qualifications obtained and the prospect of career growth for graduates of pedagogical universities in conditions of uncertainty. The professional self-evaluation is an important factor for building individual development and analyzing one's own pedagogical potential based on professional activity reflection.

The article presents the results of the study conducted at the School of Education, Psychology and Sociology of the Siberian Federal University on the use of electronic portfolio technology (e-portfolio) for comprehensive authentic assessment of the professional competencies of Masters' program of Pedagogical Education students' within the two-year training and in the process of State Final Examination. The content of the discipline "E-portfolio for presenting and recognizing achievements", described in the article and designed for Master's students in pedagogy, is aimed at developing self-assessment skills and professional development of Master's students of Pedagogical Education.

The presented results of self-assessment of universal, general professional and professional competencies development (carried out using e-portfolio materials) of second-year graduate students demonstrate higher constructive and productive levels than the first-year graduate students' results. This is due to the accumulation of materials confirming their achievements in various activities. The expert assessment of e-portfolio materials before the State Final Examination also indicates an increase in the level of development of the mentioned above competencies.

Keywords: e-portfolio, Masters' students, professional competencies, e-learning, pedagogical education, comprehensive assessment, self-assessment.

For citation:

Imanova O. A., Smolyaninova O. G. Assessment of professional competencies of masters of pedagogy using electronic portfolio. *Informatics and Education*. 2023;38(1):45–54. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-45-54

1. Введение

Современному педагогу для успеха на рынке труда в сфере образования важно не только иметь высокую профессиональную квалификацию, но и уметь адекватно оценивать свои профессиональные компетенции. Как показывает практика, во многих российских вузах основной формой промежуточной и итоговой аттестации выпускников остается традиционный экзамен. Также используются тесты и педагогические кейсы, которые позволяют выявить уровень сформированности профессиональных компетенций и обеспечивают аутентичность оценивания. Тем не менее существующие оценочные методики ориентированы преимущественно на выявление знаниевой (когнитивной) составляющей подготовки будущих педагогов и не способствуют комплексной оценке сформированности профессиональных компетенций. Таким образом, проблема использования валидных и комплексных методик оценивания профессиональных компетенций выпускников педагогических вузов является актуальной.

В статье проведен краткий анализ основных концептуальных и методологических аспектов оценки и самооценки профессиональных компетенций педагога, исследованы практические аспекты использования технологии электронного портфолио (е-портфолио) в образовательном процессе. Авторы статьи акцентируют внимание на корреляции изменения внутренней и внешней оценок профессиональных компетенций при использовании технологии е-портфолио. Целью исследования является обоснование и доказательство возможности использования технологии электронного портфолио для комплексной оценки профессиональных компетенций магистрантов педагогического направления.

2. Теоретические и методологические аспекты оценки и самооценки профессиональных компетенций педагогов средствами технологии электронного портфолио

Вопросам оценивания результатов обучения на разных уровнях образования посвящены работы многих авторов: В. А. Болотова [1], Е. А. Петренко [2], Р. А. Кубанова [3], Г. И. Ибрагимова, Е. М. Ибрагимовой [4], Е. Ю. Игнатъевой [5] и др.

О проводимых исследованиях в сфере измерения компетенций в рамках идеологии компетентного подхода можно узнать в учебных пособиях и статьях А. А. Марголиса [6], С. Л. Троянской [7], В. П. Игнатъева, Л. Ф. Варламовой и А. А. Дарамаевой [8], Р. Р. Закиевой и В. В. Серикова [9] и др.

В современном образовательном пространстве важное значение приобретает проблема профессиональной самооценки педагога. В научных исследованиях предлагаются различные толкования данного феномена. Мы опираемся на работу А. Н. Алдошиной, которая определяет самооценку как значимое психологическое явление, структурирующее внешнюю и внутреннюю активность субъекта в различных социальных пространствах: личном, социальном, общественном [10]. Самооценка — это «оценка личности самой себя, своих возможностей, качеств и места среди других людей» [11]. Самооценка влияет на психологическое содержание профессиональной деятельности педагога, на характер взаимодействия с субъектами образовательного процесса, оценку результатов собственной деятельности и деятельности других людей.

Вопросы профессиональной самооценки педагогов в своих работах затрагивают А. Н. Алдошина [10], О. А. Андриенко [12], У. С. Борисова, И. И. Варламов [13], Ю. В. Зуева [14], Г. С. Прыгин [15] и др. Анализ вышеуказанных источников демонстрирует необходимость использования средств, способствующих развитию умений адекватной самооценки у будущих педагогов [10, 12–15 и др.]. Таким образом, в подготовке современных педагогов востребована всесторонняя оценка результатов образовательной деятельности студентов, при которой оценивание призвано стимулировать внутреннюю мотивацию обучающихся к достижению высоких образовательных результатов и продемонстрировать развитие профессиональных компетенций.

Одним из вариантов использования этого инструмента, с нашей точки зрения, может служить электронный портфолио, который является эффективным средством оценивания сформированности профессиональных компетенций будущих педагогов. В нашем исследовании рассматриваются возможности электронного портфолио для оценивания уровня развития профессиональных компетенций магистрантов по направлению подготовки «Педагогическое образование».

Электронный портфолио — это перспективная педагогическая технология профессионального

развития, оценивания и трудоустройства, которая несколько десятилетий успешно используется в международной практике как средство демонстрации компетенций и рефлексивных навыков, как инструмент развития в образовательной и профессиональной сфере, как способ продвижения на рынке труда.

В зарубежной образовательной практике е-портфолио рассматривается как технология цифровой идентификации личности и непрерывного развития в течение всей жизни. Хелен Барретт (Helen Barrett) определяет электронное портфолио как эффективную педагогическую технологию XXI века, позволяющую не только осуществлять комплексное оценивание образовательных результатов обучаемых («оценка обучения» (“assessment of learning”)), описывать собственную историю образования, но и проводить рефлексию обучения, а значит, применять «оценку для обучения» (“assessment for learning”) [16].

Анализ научной, методической и педагогической литературы показал, что проблема использования технологии электронного портфолио в российском образовании рассматривалась еще двадцать лет назад и остается актуальной в настоящее время.

Существенный вклад в разработку основных концептуальных положений и научно-педагогических основ применения этой технологии на разных ступенях образования в Российской Федерации внесли такие исследователи, как Т. Г. Новикова, Е. Е. Федотова [17], М. А. Пинская [18], Т. В. Панченко [19] и другие. В их трудах рассматривается использование портфолио для оценивания образовательных достижений обучающихся.

В диссертационных исследованиях, монографиях, статьях и других публикациях портфолио, используемые в российских вузах, рассматриваются как инструмент достижения различных целей. Среди прочего, он служит для:

- карьерного продвижения и профессионального развития будущего педагога [20];
- мониторинга учебно-профессиональной деятельности студента [21];
- создания модели портфолио будущего педагога (учебный портфолио) [22];
- развития самооценки обучающихся [23];
- оценки образовательных результатов в системе педагогического образования бакалавриат-магистратура [24, 25];
- оценки профессиональной компетентности бакалавра (будущего педагога) [26].

Результаты анализа официальных сайтов российских вузов, научных публикаций в рамках различных конференций и семинаров, диссертационных исследований, авторефератов и монографий российских ученых показывают, что использование е-портфолио в практике российской высшей школы характеризуется рядом черт, а именно:

- актуальность данной технологии при подготовке будущих педагогов в контексте требований, предусмотренных ФГОС ВО;

- ее закреплённость в локальных нормативных актах в конкретных вузах;
- публикация электронных портфолио на сайтах высших учебных заведений;
- структурированность содержания электронного портфолио и наличие определенных требований к его оформлению;
- применение е-портфолио для фиксации результатов различных видов деятельности студентов — образовательной, научной, общественной, профессиональной и др.

3. Практические аспекты использования технологии е-портфолио в образовательном процессе Сибирского федерального университета

В Институте педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета (ИППС СФУ) технология электронного портфолио используется уже более двадцати лет как способ развития и оценивания профессиональных компетенций студентов на разных уровнях образования, как средство мониторинга образовательных результатов обучающихся, как способ презентации достижений студентов в различных видах деятельности. В учебные планы подготовки студентов на уровнях бакалавриата и магистратуры включены дисциплины, направленные на освоение электронного портфолио как одной из наиболее востребованных и перспективных технологий в образовательной практике вуза.

Наше исследование основано на многолетнем опыте использования электронного портфолио при подготовке магистрантов педагогического направления: в 2019/2020 и 2020/2021 учебных годах студенты разрабатывали е-портфолио в рамках дисциплины «Е-портфолио в презентации и признании достижений». Эта дисциплина изучается в первом и третьем семестрах магистратуры. Магистранты используют индивидуальный е-портфолио в течение всего периода обучения.

Основные задачи изучения данной дисциплины направлены на освоение и использование возможностей е-портфолио в области оценивания компетенций, развития навыков самооценивания и рефлексии. Содержание дисциплины представлено лекционным материалом по следующим темам:

- методы оценки компетенций VPL, STARR;
- валидированные методы оценивания;
- технологии оценивания компетенций е-портфолио и Open Badges;
- критерии оценки компетенций.

В электронный обучающий курс включены онлайн-тесты по самооценке (автоматизированная программа самооценки, содержащая комплекс вопросов для выявления уровня развития социальных, личностных, методологических, цифровых компетенций) и программа обучения, позволяющая планировать развитие различных навыков. Дисциплина

реализована на платформе Moodle СФУ средствами электронного обучающего курса. Основная роль отводится самостоятельной работе, что позволяет организовать познавательную деятельность магистрантов, основанную на рефлексии, самооценки и саморазвитии.

Представим задания, которые направлены на решение основных задач дисциплины в области рефлексии, оценивания и самооценки.

3.1. Задания по освоению методов оценки компетенций. Применение методов измерения компетенций (VPL, STARR)

Магистрантам необходимо разработать критерии и способы оценивания компетенций, которые они считают наиболее важными в своей профессиональной сфере. На основе формирующего оценивания и технологии портфолио они используют метод VPL (Validation Prior Learning — оценивание предыдущего опыта обучения).

Анализ выполненных магистрантами работ показал, что обучающиеся выделяют следующие профессиональные компетенции в педагогической сфере:

- способность проектировать основные и дополнительные образовательные программы;
- способность планировать и организовывать взаимодействие участников образовательных отношений;
- способность осуществлять и оптимизировать профессиональную деятельность в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования;
- способность применять современные методики и технологии преподавания учебных курсов и дисциплин.

В качестве личностных компетенций были выделены:

- коммуникабельность;
- адаптивность;
- лидерские навыки;
- стрессоустойчивость;
- стратегическое мышление;
- креативность и творческий подход;
- нацеленность на результат, целеустремленность;
- способность к развитию;
- инициативность;
- стремление к профессиональному росту.

Критериями оценки профессиональных компетенций, с точки зрения магистрантов, являются материалы е-портфолио: портфолио показывает умение кандидата решать задачи, выбирать тактику и стратегию поведения. Анализ работ позволяет понять, насколько освоены новые и/или усовершенствованы имеющиеся компетенции, какими способами повышался уровень работ.

Методика STARR (Start, Task, Activities, Result, Reflection) описывает проведение критериального интервью у кандидата на определенную должность для решения следующих задач:

- оценки степени выраженности определенного набора личностно-профессиональных компетенций;
- прогнозирования поведения человека в определенных ситуациях;
- отбора кандидата, наиболее способного к выполнению определенного вида деятельности.

В соответствии с этим методом магистранты предлагали соискателям на педагогическую должность вопросы, чтобы выяснить, насколько у них сформированы соответствующие профессиональные компетенции и личностные качества.

3.2. Задания по самооценке

В процессе изучения данной дисциплины магистрантами проводится самооценка уровня развития универсальных компетенций (УК), общепрофессиональных компетенций (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК) на первом и втором курсах (итоги представлены в результатах исследования). В рамках дисциплины магистранты также разрабатывают электронный портфолио, который является ключевым оценочным инструментом государственной итоговой аттестации (ГИА). Магистранты проектируют структуру и содержание е-портфолио в соответствии с требованиями к ГИА.

3.3. Практическая работа

Разработка содержания е-портфолио магистра педагогики (работа в мини-группах)

Ниже представлены три вопроса, которые ставятся в рамках данного задания, и ответы магистров на них (сохранены авторские формулировки):

- 1) Что должно входить в е-портфолио магистранта, чтобы в нем было отражено профессиональное развитие его владельца за весь период обучения в магистратуре?

Ответы магистрантов:

- личная информация (фотография в профессиональной деятельности, контакты, сведения об образовании, резюме);
- информация о достижениях в конкретных сферах (профессиональная, научная, общественно-культурная);
- материалы рефлексии (дорожная карта на 10 лет, профессиональные и карьерные планы, эссе о профессиональном развитии);
- методическая копилка (методики психолого-педагогического исследования, список литературы и сайтов, которые используются в работе).

- 2) Как вы считаете, на какие продукты вашей деятельности обратит особое внимание руководитель образовательной организации — ваш потенциальный работодатель?

Ответы магистрантов:

- продукты профессиональной и научной деятельности;
- сертификаты о повышении квалификации;

- благодарственные грамоты по результатам конкурсов и грантов;
- научные статьи;
- разработанные электронные курсы;
- отзывы от научного руководителя, руководителя практики, работодателя;
- видеопрезентация или видеовизитка.

3) Какие материалы в портфолио могут продемонстрировать развитие конкретных компетенций из ФГОС ВО «Педагогическое образование» (уровень: магистратура)? (обсудите в мини-группе)

Ответы магистрантов:

- сканированные документы, подтверждающие достижения: диплом бакалавра/специалиста и приложение к диплому (УК-6, ОПК-1, ПК-6);
- статьи, монографии, тезисы докладов, документы, подтверждающие участие в научно-исследовательских проектах (ОПК-2, ПК-4);
- отчетные материалы практики (ОПК-7, ПК-6);
- разработанные методики организации образовательной деятельности, сертификаты об организации различных мероприятий и участия в них (ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5);
- отчеты по научно-исследовательской работе (НИР) (ПК-3).

Е-портфолио, разработанный магистрантами в различных программных средах (на сайте ИППС, платформах «МойСФУ» и Wix), содержит профессиональное резюме (на русском и английском языках), индивидуальный учебный план, рефлексивные отчеты, методические материалы, научные работы, полученные Open Badges и другие значимые мультимедийные артефакты. Магистранты могут также использовать любую открытую платформу для презентации и оценки себя, своих успехов и достижений в различных видах деятельности средствами е-портфолио. Как было отмечено ранее, структуру содержания электронного портфолио, которую магистранты могут создавать на любой удобной им платформе, они предварительно обсуждают в группах и определяют те необходимые разделы, которые отражают различные виды деятельности в процессе обучения.

3.4. Разделы е-портфолио

3.4.1. Резюме

Раздел содержит основную личную информацию об обладателе е-портфолио, а также сведения об образовании, профессиональном опыте, выполняемых в профессиональной деятельности обязанностях, владении иностранными языками, хобби.

3.4.2. Образовательные результаты

Раздел раскрывает индивидуальную образовательную программу обучающегося, в которой

описаны цели поступления в магистратуру, индивидуальный учебный план, ожидаемые результаты от обучения. Данный раздел также включает в себя материалы о выполненных проектах по учебным дисциплинам, список освоенных программ дополнительной квалификации и побед в конкурсах.

3.4.3. Подтверждение достижений

Раздел, в котором размещаются сканированные документы, подтверждающие достижения (диплом бакалавра/специалиста, приложение к диплому; сертификаты, удостоверения об освоении программ дополнительной квалификации).

Документы, подтверждающие достижения, охватывают различные сферы деятельности магистранта, а именно:

- **профессиональную** (сканированные документы, подтверждающие успехи в профессиональной деятельности: грамоты, сертификаты, удостоверения, благодарственные письма, иные материалы, а также методические разработки, используемые магистрантом в педагогической деятельности);
- **научную** (тезисы научных публикаций, доклады на научно-практических семинарах и конференциях, статьи в сборниках конференций, вестниках, профессиональных журналах, сканированные сертификаты, дипломы, подтверждающие достижения в научной деятельности);
- **общественную** (сканированные документы, подтверждающие успехи в общественной деятельности: грамоты, сертификаты, удостоверения, благодарственные письма, иные материалы, документы, подтверждающие волонтерскую деятельность, достижения в общественной жизни института, университета, города, страны).

3.4.4. Практика

Раздел содержит программы практик, индивидуальный дневник практики, матрицы компетенций и т. д.

3.4.5. Рефлексия

Раздел содержит материалы по самоанализу личностных ресурсов и проблемным зонам обучающихся: описание целей и ожиданий от обучения в магистратуре, личностных и карьерных планов, дальнейших образовательных планов.

В электронном портфолио в корпоративном сервисе «Мой СФУ» студенты размещают информацию о своих значимых достижениях в различных видах деятельности за весь период обучения в магистратуре, рецензии, отчеты о практике и отзывы преподавателей и кураторов с места практики. Перед практикой магистрантам предоставляются критерии оценивания материалов, размещаемых в разделе «Практика» электронного портфолио магистранта.

4. Результаты исследования использования технологии е-портфолио в Сибирском федеральном университете

С точки зрения авторов исследования, комплексное оценивание компетенций должно включать в себя внешнюю и внутреннюю оценки, то есть экспертную и самооценку. Необходимое условие объективности профессиональной самооценки магистрантов — использование психологических методик, которые позволяют наиболее достоверно интерпретировать полученные в ходе исследования результаты по самооценке УК, ОПК и ПК. В нашем исследовании электронный портфолио используется как комплексное средство оценивания универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций,

которые сложно оценить только с помощью традиционных процедур и материалов, используемых в ходе государственной итоговой аттестации магистрантов.

Представим требования к е-портфолио магистранта в соответствии с программой ГИА направления подготовки «Педагогическое образование», способствующие оцениванию уровня развития компетенций (табл. 1).

В процессе изучения дисциплины «Е-портфолио в презентации и признании достижений» была проведена самооценка универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, которые впоследствии оцениваются и в ходе ГИА. Для самооценки УК, ОПК и ПК нами были разработаны уровни развития компетенций в соответствии с таксономией Блума.

Таблица 1 / Table 1

Требования к е-портфолио магистранта для государственной итоговой аттестации Requirements for the e-portfolio of a Masters' student for the State Final Examination

№ п/п	Компетенции	Требования к е-портфолио
1	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Состоит из артефактов, демонстрирующих способность к самообразованию, видению собственных профессиональных перспектив и построению карьеры, а также содержит награды за результаты НИР
2	ОПК-1. Способен осуществлять и оптимизировать профессиональную деятельность в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этики	Служит ресурсно-информационной базой для осуществления практической деятельности
3	ОПК-2. Способен проектировать основные и дополнительные образовательные программы и разрабатывать научно-методическое обеспечение их реализации	Содержит публикации разного характера: <ul style="list-style-type: none"> • научные (статьи, монографии, тезисы докладов); • учебные; • методические; • информационные; а также документы, подтверждающие участие в научно-исследовательских проектах
4	ОПК-7. Способен планировать и организовывать взаимодействие участников образовательных отношений	Содержит отчетные материалы практики, которые отражают специфику взаимодействия с участниками образовательного процесса и социальными партнерами при решении задач исследования и описывают руководящие функции самого магистранта при проведении экспериментальной работы
5	ПК-1. Способен применять современные методики и технологии преподавания учебных курсов, дисциплин (модулей) по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и (или) дополнительного профессионального образования (ДПП). ПК-5. Готов к разработке научно-методического обеспечения реализации курируемых учебных курсов, дисциплин (модулей) программ бакалавриата, специалитета, магистратуры и (или) ДПП	Включает в себя разработанные и использованные методики организации образовательной деятельности и анализа ее результативности, диагностики и оценивания качества образовательного процесса
6	ПК-3. Способен руководить научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельностью обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и (или) ДПП	Содержит отчеты по НИР, демонстрирующие осознанность при проведении исследовательской работы, способность привлекать к ней коллег и обучающихся
7	ПК-6. Готов исследовать, организовывать и оценивать управленческий процесс с использованием инновационных технологий менеджмента	Содержит отчетные материалы практики, показывающие владение приемами изучения, организации и оценивания эффективности управленческого процесса

Конструктивный уровень (синтез, суждение). Студент владеет методами, способами и приемами профессиональной деятельности для решения нестандартных педагогических задач и готов самостоятельно находить новые нетрадиционные решения (5 баллов).

Продуктивный уровень (применение, анализ). Студент демонстрирует профессиональные компетенции, владеет методами, способами и приемами профессиональной деятельности, умеет находить продуктивные решения основных педагогических задач (4 балла).

Репродуктивный уровень (знание, понимание). Студент демонстрирует отдельные элементы профессиональных компетенций, знает основные методы, способы и приемы профессиональной деятельности,

умеет находить решения основных педагогических задач при наличии заданных типовых условий (3 балла).

Сформированность компетенций не отражена материалами е-портфолио — 2 балла.

Результаты самооценки уровня развития УК, ОПК и ПК магистрантов 1 и 2 курсов направления подготовки «Педагогическое образование» с использованием материалов е-портфолио представлены в таблице 2.

Анализ результатов исследования показывает заниженную самооценку уровня развития компетенций у магистрантов второго курса по сравнению с экспертной оценкой в ходе ГИА (ср. «конструктивный уровень» в таблицах 2, 3). Объяснить такое расхождение результатов можно тем, что между самооценкой

Таблица 2 / Table 2

Результаты профессиональной самооценки магистрантов
The results of professional self-assessment of Masters' students

№ п/п	Компетенции	Самооценка уровня компетенций, % 1 курс				Самооценка уровня компетенций, % 2 курс			
		Конструктивный	Продуктивный	Репродуктивный	Нет материалов	Конструктивный	Продуктивный	Репродуктивный	Нет материалов
1	УК-6	35	40	20	5	67,5	27,5	5	0
2	ОПК-1	30	45	15	10	62,5	22,5	12,5	2,5
3	ОПК-2	12,5	47,5	17,5	22,5	32,5	62,5	5	0
4	ОПК-7	47,5	30	22,5	0	60	27,5	10	2,5
5	ПК-1	12,5	27,5	47,5	12,5	30	42,5	22,5	5
6	ПК-3	12,5	20	50	17,5	35	27,5	27,5	10

Таблица 3 / Table 3

Результаты внешней (экспертной) оценки уровня развития профессиональных компетенций магистрантов направления подготовки «Педагогическое образование» на основе материалов портфолио в соответствии с требованиями ГИА

The results of Master's students' of Pedagogical Education external (expert) assessment of the level of professional competencies development using portfolio materials in accordance with the requirements of the State Final Examination

№ п/п	Компетенции	Оценка уровня развития УК, ОПК и ПК на ГИА, %			
		Конструктивный	Продуктивный	Репродуктивный	Отсутствие материалов портфолио
1	УК-6	87	6,5	6,5	0
2	ОПК-1	87	3,25	9,75	0
3	ОПК-2	71	3,25	22,5	3,25
4	ОПК-7	87	6,5	0	6,5
5	ПК-1	90,25	0	6,5	3,25
6	ПК-3	87	3,25	6,5	3,25
7	ПК-5	90,25	0	6,5	3,25
8	ПК-6	90,25	0	9,75	0

компетенций в рамках дисциплины «Е-портфолио в презентации и признании достижений» и оценкой в ходе ГИА проходит большой временной период (6 месяцев), в течение которого магистранты накапливают материалы в различных видах деятельности, подтверждающие динамику их профессионального развития. Развитию компетенций у магистрантов способствуют целеполагание и планирование результатов научной, учебной, профессиональной и других видов деятельности в период изучения данной дисциплины.

При этом количество магистрантов, оценивших уровень развития компетенций на продуктивном уровне, снижается к периоду прохождения государственной итоговой аттестации. Таким образом, магистранты, оценившие свой уровень развития компетенций на продуктивном уровне в процессе изучения дисциплины, к периоду прохождения ГИА имеют уже конструктивный уровень развития по каждой из представленных компетенций.

Результаты экспертной оценки портфолио магистранта направления подготовки «Педагогическое образование» в соответствии с требованиями для ГИА представлены в таблице 3.

5. Заключение

В настоящее время в большинстве вузов Российской Федерации основной формой аттестации выпускников остаются традиционный экзамен, тесты и педагогические кейсы. Данные оценочные инструменты ориентированы преимущественно на выявление уровня знаний студентов и не способствуют комплексной оценке сформированности профессиональных компетенций. Таким образом, проблема использования комплексных методик оценивания профессиональных компетенций выпускников педагогических вузов является актуальной.

В современном образовательном пространстве способность к рефлексии и адекватной самооценке приобретает особую значимость в профессиональном развитии педагога.

В данной статье авторами представлен один из возможных подходов решения описанных проблем: *использование технологии е-портфолио, которая способствует всесторонней оценке уровня развития профессиональных компетенций будущих педагогов (магистрантов), а также формированию навыков рефлексии и самооценки.*

В статье представлены результаты многолетнего исследования по использованию технологии электронного портфолио при подготовке магистрантов направления «Педагогическое образование» и эксперимента по реализации дисциплины «Е-портфолио в презентации и признании достижений».

5.1. Содержание дисциплины «Е-портфолио в презентации и признании достижений»

Для реализации основных задач изучения этой дисциплины, а именно использования возможностей е-портфолио в области оценивания компе-

тенций, развития навыков самооценивания и рефлексии, разработано соответствующее содержание, которое представлено *лекционным материалом*. В электронный обучающий курс, с использованием которого реализуется дисциплина, включены *онлайн-тесты* по самооценке для выявления уровня развития социальных, личностных, методологических, цифровых компетенций и *программа обучения*, позволяющая планировать развитие различных навыков.

Содержание дисциплины представлено также *практическими заданиями*, основанными на использовании проективных методик самооценки, методик по саморазвитию и рефлексии (проективная методика «Незаполненный сосуд», методика по саморазвитию «Колесо жизни» Пола Дж. Майера, методика «Социальный атом» Якоба Леви Морено), методов измерения компетенций (VPL и STARR и др.)

В процессе изучения дисциплины «Е-портфолио в презентации и признании достижений» у магистрантов первого и второго курсов проводилась самооценка уровня развития универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, которые впоследствии оцениваются и в ходе ГИА.

Для самооценки УК, ОПК и ПК авторами статьи были разработаны уровни развития компетенций в соответствии с таксономией Блума (конструктивный, продуктивный и репродуктивный уровни).

Анализ результатов самооценки УК, ОПК и ПК магистрантов позволил понять следующее:

1. По всем представленным компетенциям показатели по конструктивному уровню у магистрантов второго курса выше, чем у первого (по продуктивному уровню выше по ОПК-2, ПК-1, ПК-3). Это объясняется накоплением материалов, демонстрирующих достижения и развитие студентов в различных видах деятельности, и включением этих материалов в индивидуальные е-портфолио.
2. У второго курса по сравнению с первым снижаются показатели по всем без исключения компетенциям репродуктивного уровня и по отсутствию материалов портфолио, отражающих сформированность компетенций.

5.2. Сравнение результатов самооценки компетенций и результатов экспертной оценки

Существенный рост показателя по конструктивному уровню по всем компетенциям и, как следствие, снижение показателя по продуктивному уровню на ГИА.

Снижения показателя по репродуктивному уровню по компетенциям ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-3 на ГИА.

Таким образом, проведенное исследование по использованию электронного портфолио в педагогической магистратуре доказывает результативность данной технологии для комплексного оценивания уровня развития универсальных, общепрофессио-

нальных и профессиональных компетенций как в процессе обучения, так и во время государственной итоговой аттестации.

Е-портфолио — способ накопления и демонстрации образовательного и профессионального опыта магистрантов, инструмент, представляющий разработанные за период обучения артефакты, которые отражают достижения обучающихся в различных видах деятельности, результаты планирования, целеполагания и саморазвития. Магистранты направления подготовки «Педагогическое образование» используют е-портфолио для рефлексии результатов собственной образовательной и профессиональной деятельности, самооценки и оценки уровня сформированности компетенций.

Изучаемые в рамках дисциплины «Е-портфолио в презентации и признании достижений» методики по оцениванию и самооценке (лекционный материал, практические задания, онлайн-тесты и др.) способствуют развитию навыков рефлексии, профессиональной и личностной самооценки, корректировки и совершенствованию профессиональных навыков.

Список источников / References

1. Болотов В. А. Научно-педагогическое обеспечение оценки качества образования. *Проблемы современного образования*. 2010;(1):9–13. EDN: NPVNZR. Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchno-pedagogicheskoe-obespechenie-otsenki-kachestva-obrazovaniya/viewer>

[Bolotov V. A. Scientific and pedagogical maintenance of quality evaluation of education. *Problems of Modern Education*. 2010;(1):9–13. (In Russian.) EDN: NPVNZR. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchno-pedagogicheskoe-obespechenie-otsenki-kachestva-obrazovaniya/viewer>]

2. Петренко Е. А. Современные подходы к оценке общих компетенций и основные проблемы их диагностирования. *Вестник Московского государственного гуманитарного университета им. М. А. Шолохова. Педагогика и психология*. 2014;(4):102–109. EDN: SXDRFD

[Petrenko E. A. Modern approaches to the assessment of generic competences and basic problems of their diagnosis. *Vestnik of Sholokhov Moscow State University for the Humanities: Pedagogy and Psychology Series*. 2014;(4):102–109. (In Russian.) EDN: SXDRFD]

3. Кубанов Р. А. Новые тенденции в оценивании учебных достижений студентов в современном университете. *Бизнес-образование в экономике знаний*. 2016;(3):32–36. EDN: WWGBAD

[Kubanov R. A. New trends in evaluation educational achievements of students in a modern university. *Business Education in the Knowledge Economy*. 2016;(3):32–36. (In Russian.) EDN: WWGBAD]

4. Ибрагимов Г. И., Ибрагимова Е. М. Оценивание компетенций: проблемы и решения. *Высшее образование в России*. 2016;(1):43–52. EDN: VAYAMR

[Ibragimov G. I., Ibragimova E. M. Competence assessment: Challenges and solutions. *Higher Education in Russia*. 2016;(1):43–52. (In Russian.) EDN: VAYAMR]

5. Игнатьева Е. Ю. Оценивание образовательных результатов школьников как обучающая стратегия. *Непрерывное образование: XXI век*. 2018;(3):71–83. EDN: YADZLF

[Ignatieva E. Y. Assessment of educational outcomes as a learning strategy. *Lifelong Education: The 21st Century*. 2018;(3):71–83. (In Russian.) EDN: YADZLF]

6. Марголис А. А. Профессиональный стандарт педагога: разработка и использование в России и за рубежом. М.: ФГБОУ ВО МГППУ; 2019. 240 с. Режим доступа: https://psychlib.ru/resource/pdf/documents/pspdu-2019/pspdu_2019.pdf#page=1

[Margolis A. A. Professional standard of a teacher: Development and use in Russia and abroad. Moscow, MSUPE; 2019. 240 p. (In Russian.) Available at: https://psychlib.ru/resource/pdf/documents/pspdu-2019/pspdu_2019.pdf#page=1]

7. Троянская С. Л. Основы компетентностного подхода в высшем образовании. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет»; 2016. 176 с. EDN: VVMIWZ

[Trojanskaya S. L. Fundamentals of the competency-based approach in higher education. Izhevsk, Publishing Center “Udmurt University”; 2016. 176 p. (In Russian.) EDN: VVMIWZ]

8. Игнатьев В. П., Варламова Л. Ф., Дарамеева А. А. Компетентностный подход: проблемы и решения. *Преподаватель XXI век*. 2022;(2-1):34–45. EDN: NGRSDY. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-2-34-45

[Ignatiev V. P., Varlamova L. F., Darameeva A. A. Competence approach: Problems and solutions. *Prepodavatel XXI vek. Russian Journal of Education*. 2022;(2-1):34–45. (In Russian.) EDN: NGRSDY. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-2-34-45]

9. Закиева Р. Р., Сериков В. В. Проблемы модернизации высшей школы в формате компетентностного подхода. *Образовательный вестник «Сознание»*. 2022;24(6):14–21. EDN: PIPHKK. DOI: 10.26787/ny-dha-2686-6846-2022-24-6-14-21

[Zakieva R. R., Serikov V. V. Problems of higher school modernization in the format of competence-based approach. *Educational Bulletin «Consciousness»*. 2022;24(6):14–21. (In Russian.) EDN: PIPHKK. DOI: 10.26787/ny-dha-2686-6846-2022-24-6-14-21]

10. Алдошина А. Н. Динамика самооценки в процессе профессионального развития педагога. *Гуманитарные и социально-экономические науки*. 2006;(3(22)):208–209. EDN: KGCGMX

[Aldoshina A. N. Dynamics of self-esteem in the process of professional development of a teacher. *The Humanities and Social-Economic Sciences*. 2006;(3(22)):208–209. (In Russian.) EDN: KGCGMX]

11. Краткий психологический словарь. Ред. А. В. Петровский, М. Г. Ярошевский; ред.-сост. Л. А. Карпенко. Ростов-на-Дону: Феникс; 1998. 512 с.

[Brief psychological dictionary. Editors A. V. Petrovsky, M. G. Yaroshevsky; editor-compiler L. A. Karpenko. Rostov-on-Don, Phoenix; 1998. 512 p. (In Russian.)]

12. Андриенко О. А. К проблеме профессиональной самооценки современного педагога. *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. 2020;9(3(32)):309–311. EDN: WKQROV. DOI: 10.26140/anip-2020-0903-0071

[Andrienko O. A. On the problem of professional self-esteem of a modern teacher. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. 2020;9(3(32)):309–311. (In Russian.) EDN: WKQROV. DOI: 10.26140/anip-2020-0903-0071]

13. Борисова У. С., Варламов И. И. Самооценка профессиональных компетенций педагогами сельских школ. *Теория и практика общественного развития*. 2017;(6):22–24. EDN: YSPNEZ. DOI: 10.24158/tipor.2017.6.3

[Borisova U. S., Varlamov I. I. Professional competencies self-assessment by teachers in rural schools. *Theory and Practice of Social Development*. 2017;(6):22–24 (In Russian.) EDN: YSPNEZ. DOI: 10.24158/tipor.2017.6.3]

14. Зуева Ю. В. Развитие профессиональной самооценки педагога. *Методист*. 2017;(3):17–19. EDN: YJWLXPX

[Zueva Yu. V. The development of a teacher's professional self-assessment. *Methodist*. 2017;(3):17–19. (In Russian.) EDN: YJWLXPX]

15. *Прыгин Г. С.* Особенности самооценки профессиональных компетенции педагогами, имеющими разные типы субъектной регуляции. *Казанский педагогический журнал*. 2014;(4(105)):128–137. EDN: TDVHPT

[*Prygin G. S.* Peculiar properties of self-esteem professional competence of teachers who have different types of subjectness of regulation. *Kazan Pedagogical Journal*. 2014;(4(105)):128–137. (In Russian.) EDN: TDVHPT]

16. *Barrett H.* Researching electronic portfolios and learner engagement: The REFLECT Initiative. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*. 2007;50(6):436–449. DOI: 10.1598/JAAL.50.6.2

17. *Новикова Т. Г., Федотова Е. Е.* Оценивание с помощью портфолио и изменение концепции деятельности школы, содержания и методов обучения. *Инновационные проекты и программы в образовании*. 2011;(2):6–11. EDN: NUFGGJ

[*Novikova T. G. Fedotova E. E.* Estimating with the help of portfolio and changing the concept of school activities, content and teaching methods. *Innovative Projects and Programs in Education*. 2011;(2):6–11. (In Russian.) EDN: NUFGGJ]

18. *Пинская М. А.* Портфолио как инструмент оценивания образовательных достижений учащегося в условиях профильного обучения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Москва; 2007. 194 с. EDN: NOSAGX

[*Pinskaya M. A.* Portfolio as a tool for assessing educational achievements of a student in the conditions of profile education. Cand. ped. sci. diss.: 13.00.01. Moscow; 2007. 194 p. (In Russian.) EDN: NOSAGX]

19. *Панченко Т. В.* Условия внедрения технологии электронного портфолио в контексте требований ФГОС ВО. *Дискуссия*. 2016;(9(72)):82–87. EDN: WXOULJ

[*Panchenko T. V.* Introduction conditions of electronic portfolio technology in the context of FSES. *Discussion*. 2016;(9(72)):82–87. (In Russian.) EDN: WXOULJ]

20. *Шестакова Д. В.* Портфолио как средство формирования конкурентоспособности будущего специалиста в вузе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Калининград; 2012. 168 с. EDN: QGBXUN

[*Shestakova D. V.* Portfolio as a means of forming the competitiveness of a future specialist in the university. Cand. ped. sci. diss.: 13.00.08. Kaliningrad; 2012. 168 p. (In Russian.) EDN: QGBXUN]

21. *Игонина Е. В.* Портфолио в системе средств оценивания учебно-профессиональных достижений студентов профессионально-педагогических специальностей. Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Екатеринбург; 2013. 28 с. EDN: SVEBJB

[*Igonina E. V.* Portfolio in the system of assessment of educational and professional achievements of students majoring in Education: abstract. Cand. ped. sci. diss.: 13.00.08. Ekaterinburg; 2013. 28 p. (In Russian.) EDN: SVEBJB]

22. *Тазутдинова Э. Х.* Учебный портфолио в системе подготовки студента к будущей педагогической деятельности: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Казань; 2010. 200 с. EDN: QEPMIJ

[*Tazutdinova E. Kh.* Educational portfolio in the system of preparing a student for future pedagogical activity. Cand. ped. sci. diss.: 13.00.01. Kazan, 2010. 200 p. (In Russian.) EDN: QEPMIJ]

23. *Колобова Л. В.* Портфолио как инструмент развития самооценки обучающегося. *Проблемы современного педагогического образования*. 2021;(72-1):150–153. EDN: PIRCVS

[*Kolobova L. V.* Portfolio as a tool for developing student self-assessment. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2021;(72-1):150–153. (In Russian.) EDN: PIRCVS]

24. *Смолянинова О. Г.* Оценивание образовательных результатов в течение всей жизни: электронное портфолио. Красноярск: Сибирский федеральный университет; 2016. 360 с. EDN: VVOAYT

[*Smolyaninova O. G.* Evaluating Lifelong Learning Outcomes: electronic portfolio. Krasnoyarsk, Siberian Federal University; 2016. 360 p. (In Russian.) EDN: VVOAYT]

25. *Смолянинова О. Г., Иманова О. А.* Электронный портфолио как средство поддержки интерактивного взаимодействия в информационно-образовательной среде. *Информатика и образование*. 2014;(1):12–17. EDN: SDKAEJ. Режим доступа: <http://ipps.sfu-kras.ru/node/8144>

[*Smolyaninova O. G., Imanova O. A.* Electronic portfolio as a tool of supporting interactive communication in the information educational environment. *Informatics and Education*. 2014;(1):12–17. (In Russian.) EDN: SDKAEJ. Available at: <http://ipps.sfu-kras.ru/node/8144>]

26. *Иманова О. А.* Освоение технологии электронного портфолио будущими педагогами-тьюторами в условиях дистанционного обучения. *Информатика и образование*. 2021;36(7):46–53. EDN: VAWAPH. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-46-53

[*Imanova O. A.* Mastering the technology of electronic portfolio by future tutors in the conditions of distance learning. *Informatics and Education*. 2021;36(7):46–53. (In Russian.) EDN: VAWAPH. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-46-53]

Информация об авторах

Иманова Ольга Анатольевна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий обучения и непрерывного образования, Институт педагогики, психологии и социологии, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-0846-3101>; *e-mail*: romolga66@mail.ru

Смолянинова Ольга Георгиевна, академик РАО, доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой информационных технологий обучения и непрерывного образования, Институт педагогики, психологии и социологии, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5597-6348>; *e-mail*: smololga@mail.ru

Information about the authors

Olga A. Imanova, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department of Information Technologies in Education and Lifelong Learning, Institute of Education, Psychology and Sociology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-0846-3101>; *e-mail*: romolga66@mail.ru

Olga G. Smolyaninova, Academician of the Russian Academy of Education, Doctor of Sciences (Education), Professor, Head of the Department of Information Technologies in Education and Lifelong Learning, Institute of Education, Psychology and Sociology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5597-6348>; *e-mail*: smololga@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 15.12.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 30.01.23.

Принята к печати / Accepted: 31.01.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-55-63

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ МАСТЕР-КЛАССА «СОСТЯЗАТЕЛЬНЫЕ АТАКИ НА НЕЙРОННЫЕ СЕТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ

Д. В. Пантюхин^{1,2} ✉

¹ *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия*

² *МИРЭА — Российский технологический университет, г. Москва, Россия*

✉ dpantiukhin@hse.ru

Аннотация

Проблема уязвимости нейронных сетей уже несколько лет является предметом научных исследований и экспериментов. Состязательные атаки — один из способов «обмануть» нейросеть, заставить ее принимать ошибочные классификационные решения. Сама возможность состязательной атаки кроется в особенностях машинного обучения нейросетей. В статье показано, как свойства нейронных сетей становятся источником проблем и ограничений в их использовании. Материалы соответствующих исследований автора легли в основу мастер-класса «Состязательные атаки на нейронные сети распознавания изображений».

В статье представлены учебно-методические материалы мастер-класса: теоретические основы занятия, практические материалы (в частности, описана атака на один нейрон, рассмотрен метод быстрого знака градиента для атаки на нейронную сеть), примеры экспериментов и расчетов (автор использует сверточную сеть VGG, библиотеки Torch и CleverHans), а также набор типовых ошибок обучающихся и пояснения педагога, устраняющие эти ошибки. Кроме того, в статье приведен результат эксперимента, а по указанным ссылкам доступны его полный код и примеры апробации материалов мастер-класса.

Мастер-класс предназначен как для студентов, так и для старших школьников, изучивших основы нейронных сетей и язык Python, а также может представлять практический интерес для учителей информатики, разработчиков курсов по машинному обучению и искусственному интеллекту и преподавателей вузов.

Ключевые слова: нейронная сеть, состязательная атака, метод быстрого знака градиента, гиперпараметры атаки, мастер-класс.

Для цитирования:

Пантюхин Д. В. Учебно-методические материалы мастер-класса «Состязательные атаки на нейронные сети распознавания изображений» для студентов и школьников. *Информатика и образование*. 2023;38(1):55–63. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-55-63

EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL MATERIALS OF THE MASTER CLASS "ADVERSARIAL ATTACKS ON IMAGE RECOGNITION NEURAL NETWORKS" FOR STUDENTS AND SCHOOLCHILDREN

D. V. Pantiukhin^{1,2} ✉

¹ *National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia*

² *MIREA — Russian Technological University, Moscow, Russia*

✉ dpantiukhin@hse.ru

Abstract

The problem of neural network vulnerability has been the subject of scientific research and experiments for several years. Adversarial attacks are one of the ways to “trick” a neural network, to force it to make incorrect classification decisions. The very possibility of adversarial attack lies in the peculiarities of machine learning of neural networks. The article shows how the properties of neural networks become a source of problems and limitations in their use. The materials of the corresponding researches of the author were used as a basis for the master class “Adversarial attacks on image recognition neural networks”.

The article presents the educational materials of the master class: the theoretical background of the class, practical materials (in particular, the attack on a single neuron is described, the fast gradient sign method for attacking a neural network is considered), examples of experiments and calculations (the author uses the convolutional network VGG, Torch and CleverHans libraries), as well as a set of typical errors of students and the teacher's explanations of how to eliminate these errors. In addition, the result of the experiment is given in the article, and its full code and examples of approbation of the master class materials are available at the above links.

The master class is intended for both high school and university students who have learned the basics of neural networks and the Python language, and can also be of practical interest to computer science teachers, to developers of courses on machine learning and artificial intelligence as well as to university teachers.

Keywords: neural network, adversarial attack, fast gradient sign method, hyperparameters of attack, master class.

For citation:

Pantiukhin D. V. Educational and methodological materials of the master class "Adversarial attacks on image recognition neural networks" for students and schoolchildren. *Informatics and Education*. 2022;38(1):55–63. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-55-63

1. Введение

Область исследования нейронных сетей и их машинного обучения стремительно молодеет. То, что раньше считалось доступным только магистрантам и аспирантам, теперь преподается и школьникам. Появились многочисленные курсы [1], соревнования, хакатоны по машинному обучению, ориентированные на старших школьников и младших студентов, и подобные мероприятия пользуются широким спросом. Однако их организаторы при постановке задач часто обходят стороной проблемы и даже угрозы, которые возникают при использовании нейронных сетей.

Нейронные сети способны лучше человека решать множество сложных задач. Нейронные сети умеют распознавать и создавать изображения¹, писать музыку [2] и стихи [3], синтезировать голос [4], играть в игры [5] и многое другое. Казалось бы, искусственно создан полноценный интеллект, который может полностью заменить человека (как в фантастических фильмах). Однако это не так: нейронные сети «думают» не так, как человек. И в некоторых ситуациях, когда человек легко находит решение, нейронная сеть ошибается, как бы сложно написана она ни была. Более того, большинство нейронных сетей очень легко обмануть [6].

Возможность такого обмана, или атаки на нейронную сеть, представляет очень серьезную опасность. Представьте: едет автомобиль, который самостоятельно распознает дорожные знаки, а злоумышленник наклеил на знак маленькую заплатку, и нейронная сеть автомобиля при расшифровке знака ошибается. Результат — авария.

Сегодня существует много типов атак на нейронные сети. Все сети уязвимы перед ними в большей или меньшей степени [7]. Например, атака на системы распознавания изображений заключается в следующем: немного изменяя входное изображение, можно заставить нейронную сеть неверно распознавать его (относится к ложному классу).

На наш взгляд, недостаточно рассказывать о достижениях нейронных сетей, хотя они действительно очень значительны. Необходимо постоянно указывать на ограниченность их возможностей. С этой

целью и был создан мастер-класс «Состязательные атаки на нейронные сети распознавания изображений» — как дополнение для курсов по машинному обучению и искусственному интеллекту, позволяющее более глубоко понимать принципы работы нейронных сетей и актуальные проблемы в этой области.

Мастер-класс предназначен как для студентов, так и для старших школьников, изучивших язык Python и основы создания и функционирования нейронных сетей. Для освоения его материалов достаточно знаний математики и информатики, полученных в средней школе (в частности, необходимо владеть понятием «производная»). Изложение ведется простым языком, без сложных математических конструкций.

Мастер-класс содержит теоретические и практические материалы по теме состязательных атак, которые доступны в интерактивной онлайн-системе Google Colab бесплатно. Мастер-класс может представлять практический интерес для учителей информатики, разработчиков курсов по машинному обучению и искусственному интеллекту и преподавателей вузов. Его положения и выводы были апробированы в многочисленных курсах автора.

Материальную основу мастер-класса составляют язык Python, интерактивная среда разработки Jupyter Notebook (файлы типа *.ipynb) и библиотеки для машинного обучения, в том числе:

- NumPy² — для работы с массивами;
- Torch³ — для работы с нейронными сетями;
- torchvision⁴ — для обработки изображений;
- CleverHans⁵ — для проведения атак.

Облачная среда для работы с кодом Google Colaboratory⁶ позволяет запускать примеры с любого компьютера, имеющего доступ в интернет, без специальной настройки. Сложность примеров подобрана так, чтобы они выполнялись быстро, что дает возможность проводить эксперименты непосредственно на уроке.

Длительность мастер-класса (без учета введения и самостоятельных экспериментов) составляет 2,5–3 часа.

² NumPy. <https://numpy.org/>

³ Torch. <http://torch.ch/>, <http://pytorch.org/>

⁴ Библиотека torchvision. PyTorch. <https://pytorch.org/vision/stable/index.html>

⁵ Исходный код CleverHans: <https://github.com/cleverhans-lab/cleverhans>

⁶ Google Colaboratory. <https://colab.research.google.com/>

¹ *Roose K.* An A.I.-generated picture won an art prize. Artists aren't happy. *The New York Times*. Sept. 2, 2022. <https://www.nytimes.com/2022/09/02/technology/ai-artificial-intelligence-artists.html>

2. Теоретические основы мастер-класса: нейронные сети и особенности их обучения

Предполагается, что слушатель имеет базовые представления о нейронных сетях. Однако мы кратко поясняем основные понятия, которые потребуются для последующей работы, и напоминаем об обязательных к освоению исследованиях [8, 9, 10, 11].

Нейронная сеть представляет собой вычислительную архитектуру, которая занимается преобразованием входных данных в выходные данные по заданным правилам. Нейронная сеть состоит из слоев, соединенных между собой и выполняющих преобразования входной информации. Основные слои имеют параметры, которые могут быть изменены. При изменении параметров изменяется (часто — существенно) и результат преобразования, которое выполняет соответствующий слой. Значит, можно так подбирать параметры слоев, чтобы преобразование, выполняемое сетью целиком, соответствовало требованиям. Это и есть процесс обучения нейронной сети.

Задача обучения нейронной сети — задать такие параметры слоев, чтобы выходные данные (выходы) нейронной сети в целом при известных входных данных (входах) были как можно ближе к тем выходам, которые мы хотели бы получить. Мера близости формулируется в виде функции ошибки, и обучение нейронной сети сводится к задаче оптимизации функции ошибки по параметрам слоев. Практически все методы обучения основаны на вычислении градиента (вектора производных) функции ошибки по обучаемым параметрам, для чего используется метод обратного распространения ошибки, позволяющий пересчитывать градиент послойно, начиная с последнего слоя.

Возможность такого послойного пересчета градиента положена в основу методов автодифференцирования [12], которые реализованы в современных библиотеках машинного обучения. Компьютер может рассчитывать производные заданных функций автоматически, без явного выписывания формул.

В области обработки изображений базовой задачей является распознавание изображения [13, 14]: нейронная сеть должна вернуть класс того изображения, которое было подано на вход. Обычно такие нейронные сети имеют последний слой с числом нейронов, соответствующим числу классов, которые могут быть получены при распознавании. Тогда каждый выход можно интерпретировать как уровень уверенности сети в правильном распознавании класса, за который такой выход отвечает. При использовании функций активации типа softmax [15] сумма всех выходов будет равна 1, а сами выходы будут принимать значения из диапазона от 0 до 1. Считается, что сеть распознает такой класс, у которого самая большая уверенность. Сейчас нас не интересует внутреннее устройство нейронных сетей, важно, что они принимают на вход изображение и возвращают вектор уверенностей в распознанных классах. Обычно сети, предназначенные для распознавания изображений, — это сверточные нейронные сети.

В своих экспериментах мы будем использовать уже обученную нейронную сеть типа VGG [16], которая является представителем сверточных сетей. Это действительно хорошо обученная сеть (обучалась на миллионе изображений): она умеет верно распознавать 1000 классов изображений с высокой точностью (порядка 75 %), содержит 140 млн обучаемых параметров, обрабатывает цветные изображения размером 224×224 пикселя (рис. 1).

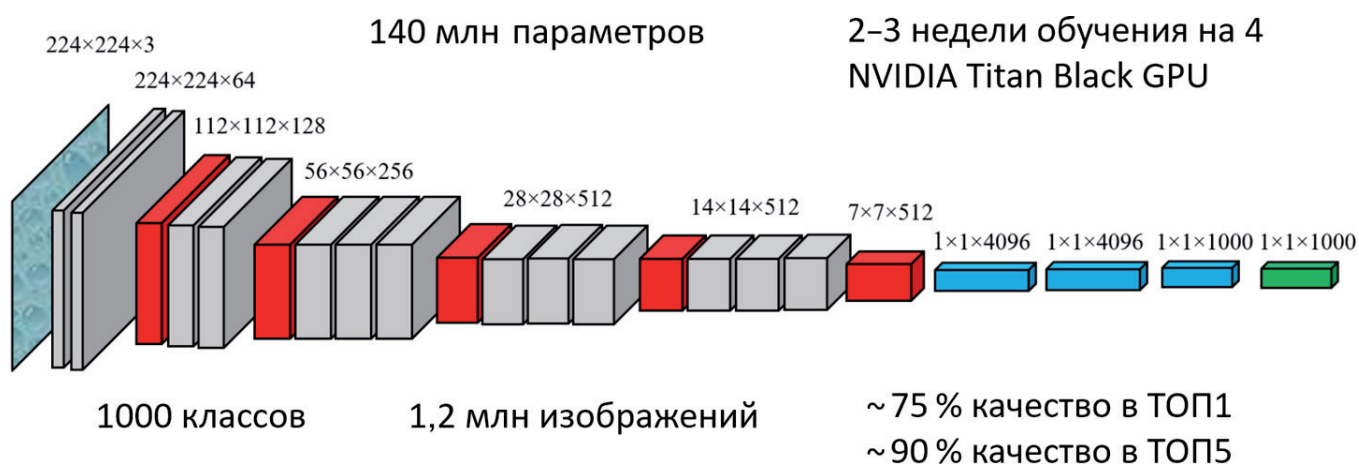


Рис. 1. Изображение архитектуры сети VGG¹

Fig. 1. Image of VGG neural network architecture

¹ Источник оригинального изображения: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/8/83/VGG_neural_network.png Информацию об архитектуре сверточной сети VGG см.: <https://paperswithcode.com/paper/very-deep-convolutional-networks-for-large>

3. Мастер-класс: расчеты и виды атаки на нейронную сеть

3.1. Состязательные атаки на нейронные сети

В нашем эксперименте с помощью именно этой, хорошо обученной сети VGG была предпринята попытка распознать изображение (см. рис. 2, а). Нейронная сеть идентифицировала его отлично: это собака породы «самоед»¹, 66 % уверенности. Соответствующий класс («samoyed») был задан при обучении этой нейронной сети. Ближайшие предположения: 16 % уверенности в классе «шпиц» («pomernian») и чуть больше 1 % — «другие породы собак». Действительно, распознавание очень уверенное и корректное.

Проверка работы этой же хорошо обученной нейронной сети со следующим изображением (см. рис. 2, б) показывает, что сеть VGG уверенно (на 100 %) распознает на нем страуса (класс «ostrich»).

Но как же так? Для нас это одна и та же картинка. Изображения на рисунке 2, а и на рисунке 2, б для глаза человека неразличимы. Но нейронная сеть распознает их по-разному. Если изучить числовое описание этих изображений, то увидим, что они отличаются на небольшую величину — возмущение (см. на рис. 2, в при стократном увеличении), которое незаметно глазу. Такой маленькой добавки хватило для того, чтобы обмануть нейронную сеть.

Добавка похожа на случайный шум. Если добавить на изображение слабый случайный шум, то

нейронная сеть распознает ее без ошибок. Дело в том, что добавленный выше «шум» *не случайный*: он был специальным образом рассчитан так, чтобы обмануть нейронную сеть.

Процесс создания специальных добавок к входным данным нейронной сети, которые обманывают ее, получил название «состязательной атаки» на нейронную сеть (adversarial attack). Нейронные сети подвержены атакам [17, 18]!

3.2. Пример состязательной атаки на один нейрон

Как «думает» нейронная сеть? Взять пиксели, умножить их на веса, сложить произведения, пропустить сумму через функцию активации. Сделать так столько раз, сколько слоев в сети — получить выход. А что будет, если мы возьмем один пиксель и будем бесконечно увеличивать его значение (вес пикселя ненулевой)? Остальные пиксели потеряются на его фоне, от него будет получаться очень большое слагаемое, а другие пиксели дадут сравнительно маленький вклад. И только этот пиксель будет определять выход сети.

В реальности мы не можем изменять пиксель бесконечно, ведь значения пикселей ограничены величиной 255 в целочисленном представлении. Тогда можно изменять все пиксели на небольшую величину, но так, чтобы суммарные изменения выхода были большими.

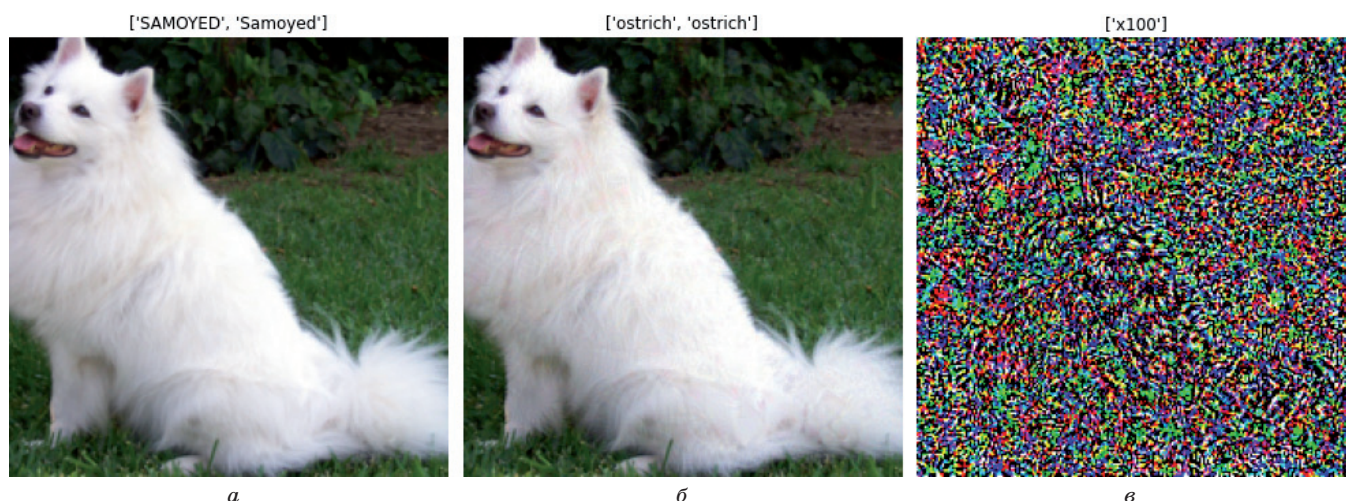


Рис. 2. Изображение собаки «самоед»²:
 а — нормальное распознавание, уверенность — 66 %;
 б — измененное изображение собаки, ошибочное распознавание как «страус», уверенность — 100 %;
 в — отличие изображений а и б, стократное увеличение

Fig. 2. Samoyed image:
 а — correct recognition 66 %;
 б — changed image, incorrect recognition as 100 % ostrich;
 в — difference between a and b images with 100 scale factor

¹ Самоедская собака. Свободная энциклопедия «Википедия». https://ru.wikipedia.org/wiki/Самоедская_собака

² Источник оригинального изображения: <https://github.com/pytorch/hub/raw/master/images/dog.jpg>

Пусть:

x_i — входы;

δx_i — маленькие добавки для входов;

w_i — веса входов.

Тогда на примере одного нейрона без функции активации и смещений для нормальной ситуации получаем выход:

$$y(x) = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + \dots = \sum_i (w_i \cdot x_i).$$

При атаке выход получается:

$$y_{\text{attack}}(x) = w_1 \cdot (x_1 + \delta x_1) + w_2 \cdot (x_2 + \delta x_2) + \dots = \sum_i (w_i \cdot (x_i + \delta x_i))$$

или

$$y_{\text{attack}}(x) = y(x) + \sum_i (w_i \cdot \delta x_i).$$

Если даже каждая добавка входа δx_i маленькая, то добавка выхода $\sum_i (w_i \cdot \delta x_i)$ не обязательно должна быть маленькой. Например, если взять $\delta x_i = \varepsilon \cdot w_i$, где ε — маленькое число, добавка выхода $\varepsilon \cdot \sum_i (w_i \cdot w_i)$ при большом числе слагаемых будет отнюдь не маленькой, ведь все слагаемые здесь неотрицательные. Ее даже может хватить для того, чтобы нейрон стал возвращать другой класс.

Мы провели атаку на один нейрон и при этом рассчитали добавки входов, которые действительно могут обмануть его, в зависимости от параметров нейрона. Чем больше входов, тем больше шанс, что суммарная добавка выхода нейрона будет достаточной для обмана при маленьких добавках входов, т. е. атака сработает и будет незаметной. Это как раз та ситуация, с которой мы сталкиваемся при обработке изображений, — пикселей в изображении довольно много.

3.3. Метод быстрого знака градиента для атаки на нейронную сеть

Для более сложных сетей, состоящих из множества нейронов, мы можем посчитать, насколько необходимо изменить каждый пиксель, чтобы это изменение максимально искажало выход. Для этого следует найти градиент (производную) функции ошибки по соответствующему пикселю. При обучении сети мы, изменяя веса, минимизировали функцию ошибки по параметрам, а теперь будем оптимизировать ошибку, изменяя вход.

В рамках задач распознавания атаки могут быть *направленными*, когда требуется получить какой-то конкретный класс при распознавании, или *ненаправленными*, когда неважно, какой класс получится при распознавании, лишь бы не настоящий.

Простой метод атаки на нейронную сеть — метод быстрого знака градиента¹ [18] (Fast Gradient Sign Method, FGSM).

Предположим, что у нас есть обученная нейронная сеть (например, она распознает изображения). Возьмем изображение, для которого хотим провести атаку. Посчитаем градиент функции ошибки по всем пикселям изображения (нам нужен только знак градиента). Изменим пиксели так, чтобы максимизировать функцию ошибки. Если при обучении нейронной сети для минимизации ошибки мы использовали метод градиентного спуска, то теперь будем максимизировать ошибку по значениям пикселей. Чтобы изменения были маленькими (незаметными), умножим прибавляемый градиент на малое число ε . При необходимости повторим процедуру. Важно не перестараться, чтобы общие изменения были маленькими.

В рамках задач классификации, когда нейронная сеть возвращает нам уровни уверенности в классах, процедура упрощается: пусть F_i — i -й выход, который отвечает за уровень уверенности в классе i . Для направленной атаки есть целевой класс G , который мы хотели бы получить на выходе. Значит, необходимо увеличивать уверенность F_G для этого целевого класса. Поскольку сумма уверенностей по всем классам равна 1 (обычно для этого используют softmax), сумма уверенностей для всех остальных классов, кроме целевого, будет снижаться. В какой-то момент времени уверенность для целевого класса станет больше, чем для настоящего класса, и сеть начнет возвращать целевой класс. Пиксели изменяются согласно правилу:

$$x_i = x_i + \varepsilon \cdot \text{sign} \frac{\partial F_G}{\partial x_i}. \quad (1)$$

Для ненаправленной атаки, когда неважно, какой класс будет возвращен, лишь бы не настоящий R , уверенность F_R для настоящего класса R необходимо снижать. Сумма уверенностей для всех остальных классов при этом будет увеличиваться. В какой-то момент времени уверенность для настоящего класса станет меньше, чем для одного из других классов, и сеть начнет возвращать другой класс. Пиксели изменяются согласно правилу:

$$x_i = x_i - \varepsilon \cdot \text{sign} \frac{\partial F_R}{\partial x_i}. \quad (2)$$

Технически реализация направленной и ненаправленной атаки отличаются незначительно.

4. Пример реализации состоятельной атаки на сети распознавания изображений

В мастер-классе приведен пример атаки на нейронную сеть, которая распознает изображения. Для этого воспользуемся библиотекой Torch, а реализацию метода FGSM возьмем из библиотеки CleverHans. Мы будем использовать уже обученную нейронную сеть типа VGG². Сети такого типа относятся к самым эффективным для распознавания изображений.

¹ Cheng. Adversarial Attack and Defense on Neural Networks in PyTorch. Do neural networks really learn everything? *Towards Data Science*. Sept. 8, 2020. <https://towardsdatascience.com/adversarial-attack-and-defense-on-neural-networks-in-pytorch-82b5bcd9171>

² https://colab.research.google.com/github/pytorch/pytorch.github.io/blob/master/assets/hub/pytorch_vision_vgg.ipynb

Общий подход к реализации атаки:

- установить и подключить все необходимые библиотеки;
- скачать, подключить, инициализировать обученную нейронную сеть для распознавания изображений;
- подготовить атакуемое изображение, в том числе масштабировать его до размеров, поддерживаемых сетью распознавания (224 × 224 пикселя в примерах);
- проверить, что это изображение распознается верно, для чего подать изображение на обученную сеть распознавания, вернуть уровни уверенности в распознанных классах, выбрать наиболее уверенно распознанный класс, сравнить его с настоящим классом;
- выполнить атаку, для чего задать гиперпараметры атаки (направленная или нет, целевой класс, сила атаки ϵ , число шагов атаки), в цикле по числу шагов атаки выполнить расчет градиентов и использовать их для обновления пикселей согласно правилам (1) или (2);
- проверить, что атака выполнена успешно, для чего посчитать класс, возвращаемый нейронной сетью для атакованного изображения, проверить, что возвращаемый класс не совпадает с настоящим и (в случае направленной атаки) совпадает с целевым классом;
- проверить визуально, что атака незаметна или малозаметна для человека.

Результаты эксперимента приведены на рисунке 2. Полный код эксперимента доступен по ссылке¹. В этом эксперименте атака прошла успешно и действительно незаметна. Использовались следующие гиперпараметры:

- сила атаки — 0,01;
- число шагов атаки — 20;
- направленная атака;
- целевой класс — № 9 «ostrich».

Слушателям предлагается самостоятельно провести исследования работы алгоритма атаки в различных ситуациях, в том числе:

- менять силу атаки (число ϵ);
- менять количество шагов атаки;
- менять нейронную сеть, подвергаемую атаке;
- менять атакуемые изображения, в том числе их исходный размер;
- менять целевой класс в направленной атаке.

В рамках этих экспериментов слушатель может самостоятельно убедиться в том, что:

- нейронные сети подвержены атакам, если только не предпринимались специальные действия по защите от атак;
- многие атаки сработают, независимо от атакуемого изображения;
- возможность атаки не гарантирована, могут быть случаи, когда атака не сработает;

- гиперпараметры (сила атаки и число шагов атаки) значительно влияют как на успешность атаки, так и на ее незаметность;
- уменьшение количества пикселей атакуемого изображения обычно ведет не только к затруднению атаки, но и к ухудшению качества распознавания не атакованного изображения (что опять же не гарантировано).

5. Апробация материалов

5.1. Проведение мастер-класса

Мастер-класс проводился несколько раз:

- в рамках мероприятий «Российского движения школьников»: доклад о курсе для школьников по машинному обучению и нейронным сетям, г. Москва, 2021 г., ~100 участников²;
- в рамках семинара по проблемам информационной безопасности на базе МИВЛГУ, тема семинара «Состязательные атаки на нейронные сети распознавания изображений», г. Муром, 2022 год, ~40 участников³;
- в рамках мероприятий Детского технопарка «Альтаир» РТУ МИРЭА: онлайн-лекция «Соревновательные атаки на нейронные сети классификации изображений», 2022 год, ~100 участников⁴;
- в рамках мероприятий акселератора Leader-ID: лекция «Атаки на искусственный интеллект», 2022 год, ~30 участников⁵.

5.2. Использование материалов мастер-класса

Материалы мастер-класса вошли в состав учебных курсов, читаемых автором, в том числе:

- курс «Машинное обучение для школьников» (X–XI классы) для лаборатории «Наносемантика»⁶ и ГАОУ ДПО «ТемоЦентр», в том числе вебинары для учителей информатики по разработанным материалам (2021 год);
- программа повышения квалификации педагогических работников образовательных организаций высшего образования в сфере

¹ <https://drive.google.com/file/d/1QFzfSKP0kU5oijW0myvQffuM88ZO1QxF/view?usp=sharing>

² Курсы машинного обучения и нейросетевых технологий для учащихся X–XI классов. Вторая часть. *VK Видео. Видеозаписи Российского движения школьников. #Объяснитеормально | «Наносемантика»*. https://vk.com/video/@skm_rus?z=video-122623791_456245726%2Fclub122623791%2Fpl_-122623791_-2

³ Семинар по проблемам информационной безопасности. *Муромский институт*. 13 апреля 2022 года. <https://www.mivlgu.ru/news/2022-04/obrazovanie/seminar-problemam-informacionnoy-bezopasnosti>

⁴ Онлайн-лекция «Соревновательные атаки на нейронные сети классификации изображений» от Детского технопарка «Альтаир» РТУ МИРЭА. *Приемная комиссия МИРЭА — Российского технологического университета*. 15 октября 2022 года. https://priem.mirea.ru/event?event_id=1704

⁵ Лекция «Атаки на искусственный интеллект». *Leader-ID*. 3 декабря 2022 года. <https://leader-id.ru/events/350432>

⁶ Наносемантика. Ведущие разработчики речевых технологий на базе искусственного интеллекта. <https://nanosemantics.ai/>

Типовые ошибки и разъяснения по ним

Typical errors when testing on the materials of the master class and explanations

Вопросы и ошибки	Разъяснения
Отвечая на вопрос «Что меняют внутри нейронной сети при совершении атаки?», часто указывают параметры нейронной сети (веса, смещения и др.)	Атака не меняет саму нейронную сеть, меняются только входы в такую сеть (например, изображение). Ошибка связана с похожестью процедуры атаки на процедуру обучения, когда параметры действительно меняются
Отвечая на вопрос о размере массива, описывающего рассчитываемый градиент при совершении атаки, часто пытаются учитывать размер самой сети	Градиент считается только по пикселям изображений. Параметры нейронной сети не меняются, считать по ним градиент не нужно. Ошибка связана с похожестью процедуры атаки на процедуру обучения, когда параметры действительно меняются
Забывают, что цветные изображения описываются не одной матрицей, а несколькими (по числу каналов цвета)	При представлении изображений в цветовой модели RGB размер массива градиента в три раза больше числа пикселей изображения, ведь каждый пиксель описывается тремя числами
Отвечая на вопрос о различии процедур направленной и ненаправленной атаки методом FGSM, часто указывают только разный знак градиента, забывая про другие отличия	Процедуры направленной и ненаправленной атаки различаются не только знаком, но и тем, какая переменная оптимизируется. Для направленной атаки максимизируется уверенность целевого класса (знак «+»), для ненаправленной атаки минимизируется уверенность настоящего класса (знак «-»). Это разные переменные
Считают, что большие значения силы атаки (число ϵ) или числа шагов атаки приводят к большому успеху атаки	Это не так. Атака успешна не только в том случае, если изменился выход сети, но и если она незаметна (малозаметна). Поэтому успешность атаки — это компромисс между достаточностью изменения выхода сети и незаметностью. Увеличение указанных гиперпараметров ведет к понижению незаметности. Следовательно, нельзя утверждать, что большие значения ведут к большому успеху атаки. Кроме того, заранее неизвестно, что выгоднее: использовать много шагов с маленькой силой атаки или несколько шагов с большой силой атаки. Это решается в результате эксперимента: для разных сетей и для разных изображений ответ может быть различным
Ошибки реализации: <ul style="list-style-type: none"> • измеряют массивы в неправильном порядке; • забывают объявлять массив изображения типом данных, который поддерживает автодифференцирование; • используют неподходящие версии библиотек 	Следует тщательно проверять требования к версиям используемых библиотек, особенно при использовании предустановленных библиотек в Google Colab. Нужно напоминать обучающимся о необходимости тщательно изучать документацию используемых библиотек

искусственного интеллекта «Нейронные сети анализа изображений и аудиоинформации», РТУ МИРЭА, 2022 год, ~50 слушателей;

- программы обучения РТУ МИРЭА¹:
 - «Анализ аудио-, видеоинформации в системах безопасности», 4-й курс бакалавриата, семестровый курс, ~50 слушателей;
 - факультатив «Введение в нейронные сети», годовой, для всех студентов, ~200 слушателей;
 - «Библиотеки машинного обучения», 4-й курс бакалавриата, семестровый, ~50 слушателей;
 - «Мониторинг безопасности и киберугроз», 1-й курс магистратуры, семестровый, ~50 слушателей;
- курсы НИУ ВШЭ²:

- майнор (курс по выбору) «Нейросетевые технологии»³, 2-3-й курсы бакалавриата, двухгодичный, для всех образовательных программ, ~200 слушателей;
- научно-исследовательский семинар «Нейросетевые технологии», 1-й курс бакалавриата, ~70 слушателей;
- «Проектный семинар по информационной безопасности», 1-й курс магистратуры, ~30 слушателей.

Кроме того, материалы мастер-класса широко используются студентами при выполнении курсовых и проектных работ.

5.3. Типовые ошибки обучающихся при тестировании по итогам мастер-класса

Результаты анализа ошибок, допускаемых при тестировании по итогам мастер-класса, а также пояснения педагога, которые устраняют заблуждения и просчеты, приведены в таблице.

¹ Программа обучения в магистратуре РТУ МИРЭА «10.04.01 Информационная безопасность». МИРЭА — Российский технологический университет. <https://www.mirea.ru/education/the-institutes-and-faculties/institut-kiberbezopasnosti-i-tsifrovyykh-tekhnologiy/training-programs/magistratura/10-04-01-information-security/>

² Учебные курсы 2022/2023 учебные годы. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». <https://www.hse.ru/staff/PantiukhinDmitry#teaching>

³ Майнор «Нейросетевые технологии». Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Выбор траектории обучения. <https://electives.hse.ru/neuronet/>

5.4. Итоги мастер-класса и его перспективы

Дополнительные материалы к мастер-классу¹ раскрывают ряд смежных тем. Кратко описаны другие подходы к атакам, например малопиксельные, когда изменяется только несколько пикселей изображения [19, 20]. Показаны возможности и опасности проведения атак в физическом мире, когда атакующим изменениям подвергаются не файлы изображений, а сами фотографируемые объекты [21, 22]. Представлены подходы к совершению атак «черного ящика», когда сама атакуемая нейронная сеть неизвестна, но имеется доступ к ее входам и выходам [23]. Упомянуты другие виды атак, как, например, «отравление данных»². Даются краткие сведения о возможностях защиты от состязательных атак [7], но также показано, что не гарантированы ни полный успех атак, ни полная защита от них. Сегодня постоянно появляются все новые и новые способы атак и их предотвращения. Наконец, показана связь между подходами атак и генеративно-состязательными сетями, предназначенными для создания новых правдоподобных образов³.

В планах автора — расширение материалов мастер-класса, как в части добавления новых видов атак для экспериментов, так и в части исследований по защите от таких атак.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность генеральному директору ООО «Лаборатория Наносемантика» Станиславу Игоревичу Ашманову, при поддержке которого были созданы упомянутый курс машинного обучения для школьников и данный мастер-класс, а также всем студентам, которые вычитывали материалы мастер-класса, коллегам, которые давали дельные советы, и своему учителю Александру Ивановичу Галушкину⁴ за то, что научил обучать нейронные сети.

Acknowledgments

The author expresses his sincere gratitude to Stanislav Igorevich Ashmanov, the General Director of Nanosemantics Laboratory LLC, with whose support the mentioned machine learning course for schoolchildren and this master class were created. The author is also grateful to all students who proofread the materials of the master class, to the colleagues who gave useful advice and to his teacher Alexander Galushkin⁴ for teaching to train neural networks.

Список источников / References

1. Marques L. S., Gresse von Wangenheim C., Hauck J. C. R. Teaching machine learning in school: A systematic mapping of the state of the art. *Informatics in Education*. 2020;19(2):283–321. DOI: 10.15388/infedu.2020.14

¹ Лекция «Атаки на искусственный интеллект». *Leader-ID*. 3 декабря 2022 года. <https://leader-id.ru/events/350432>

² Data Poisoning. *Papers With Code*. <https://paperswithcode.com/task/data-poisoning>

³ Brownlee J. A Gentle Introduction to Generative Adversarial Networks (GANs). *Machine Learning Mastery*. June 17, 2019. <https://machinelearningmastery.com/what-are-generative-adversarial-networks-gans/>

⁴ Александр Иванович Галушкин. *Свободная энциклопедия «Википедия»*. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Галушкин,_Александр_Иванович_\(учёный\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Галушкин,_Александр_Иванович_(учёный))

2. Briot J.-P., Hadjeres G., Pachet F.-D. Deep learning techniques for music generation. Cham, Springer; 2020. 284 p. DOI: 10.1007/978-3-319-70163-9

3. Ormazabal A., Artetxe M., Agirrezabal M., Soroa A., Agirre E. PoELM: A meter-and rhyme-controllable language model for unsupervised poetry generation. *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2022*. Abu Dhabi, Association for Computational Linguistics; 2022:3655–3670. DOI: 10.48550/arXiv.2205.12206

4. Пантюхин Д. В. Нейронные сети синтеза речи голо-совых помощников и поющих автоматов. *Речевые технологии*. 2021;(3-4):3–16. EDN: PEDILK. DOI: 10.58633/2305-8129_2021_3-4_3

[Pantiukhin D. V. Neural networks for speech synthesis of voice assistants and singing machines. *Speech Technology*. 2021;(3-4):3–16. (In Russian.) EDN: PEDILK. DOI: 10.58633/2305-8129_2021_3-4_3]

5. Zhu J., Villareale J., Javvaji N., Risi S., Löwe M., Weigelt R., Hartevelde C. Player-AI interaction: What neural network games reveal about AI as play. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, Association for Computing Machinery; 2021:1–17. DOI: 10.1145/3411764.3445307

6. Long T., Gao Q., Xu L., Zhou Z. A survey on adversarial attacks in computer vision: Taxonomy, visualization and future directions. *Computers and Security*. 2022;121:102847. DOI: 10.1016/j.cose.2022.102847

7. Chakraborty A., Alam M., Dey V., Chattopadhyay A., Mukhopadhyay D. A survey on adversarial attacks and defences. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*. 2021;6(1):25–45. DOI: 10.1049/cit2.12028

8. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. СПб.: Питер; 2018. 480 с.

[Nikolenko S., Kadurin A., Arkhangelskaya E. Deep learning. Immersion into the world of neural networks. Saint Petersburg, Piter; 2018. 480 p. (In Russian.)]

9. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение. М.: ДМК-Пресс; 2018. 652 с.

[Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep learning. Moscow, DMC-Press; 2018. 652 p. (In Russian.)]

10. Джулли А., Пал С. Библиотека Keras — инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow. М.: ДМК-Пресс; 2017. 296 с.

[Gulli A., Pal S. Deep Learning with Keras. Implement neural networks with Keras on Theano and TensorFlow. Moscow, DMC-Press; 2017. 296 p. (In Russian.)]

11. Пойнтер Я. Программируем с PyTorch: Создание приложений глубокого обучения. СПб.: Питер; 2020. 256 с.

[Pointer I. Programming PyTorch for Deep Learning: Creating and Deploying Deep Learning Applications. Saint Petersburg, Piter; 2020. 256 p. (In Russian.)]

12. Ketkar N., Moolayil J. Deep learning with Python. Learn best practices of deep learning models with PyTorch. Berkeley, Apress; 2021. 306 p.

13. Khan A., Sohail A., Zahoora U., Qureshi A. S. A survey of the recent architectures of deep convolutional neural networks. *Artificial Intelligence Review*. 2020;53(8):5455–5516. DOI: 10.48550/arXiv.1901.06032

14. Hussain M., Bird J. J., Faria D. R. A study on CNN transfer learning for image classification. *Advances in Computational Intelligence Systems. UKCI 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham, Springer; 2019;840:191–202. DOI: 10.1007/978-3-319-97982-3_16

15. Gao B., Pavel L. On the properties of the softmax function with application in game theory and reinforcement learning. *arXiv preprint*. 2017:1–10. DOI: 10.48550/arXiv.1704.00805

16. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv preprint*. 2015:1–14. DOI: 10.48550/arXiv.1409.1556

17. Kianpour M., Wen S.-F. Timing attacks on machine learning: state of the art. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020;1037:111–125. DOI: 10.1007/978-3-030-29516-5_10

18. Goodfellow I. J., Shlens J., Szegedy Ch. Explaining and harnessing adversarial examples. *arXiv preprint*. 2015:1–11. DOI: 10.48550/arXiv.1412.6572

19. Carlini N., Wagner D. Towards evaluating the robustness of neural networks. *2017 IEEE Symposium on Security and Privacy*. San Jose, 2017:39–57. DOI: 10.1109/SP.2017.49

20. Wiyatno R., Xu A. Maximal Jacobian-based saliency map attack. *arXiv preprint*. 2018:1–5. DOI: 10.48550/arXiv.1808.07945

21. Eykholt K., Evtimov I., Fernandes E., Li B., Rahmati A., Xiao Ch., Prakash A., Kohno T., Song D. Robust physical-world attacks on deep learning visual classification. *Proc. of the IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2018:1625–1634. DOI: 10.1109/CVPR.2018.00175

22. Kurakin A., Goodfellow I. J., Bengio S. Adversarial examples in the physical world. *Artificial intelligence safety and security*. New York, Chapman and Hall/CRC; 2018:99–112. DOI: DOI:10.1201/9781351251389-8 Available at: <https://arxiv.org/pdf/1607.02533.pdf>

23. Akhtar N., Mian A. Threat of adversarial attacks on deep learning in computer vision: A survey. *IEEE Access*. 2018;6:14410–14430. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2807385

Информация об авторе

Пантюхин Дмитрий Валерьевич, старший преподаватель департамента программной инженерии, факультет компьютерных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; старший преподаватель кафедры «Интеллектуальные системы информационной безопасности», Институт кибербезопасности и цифровых технологий, МИРЭА — Российский технологический университет, г. Москва, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-2088-0474>; *e-mail*: dpantiukhin@hse.ru

Information about the author

Dmitry V. Pantiukhin, Senior Lecturer at School of Software Engineering, Faculty of Computer Science, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; Senior Lecturer at the Department of Intelligent Systems for Information Security, Institute for Cybersecurity and Digital Technologies, MIREA — Russian Technological University, Moscow, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-2088-0474>; *e-mail*: dpantiukhin@hse.ru

Поступила в редакцию / Received: 10.12.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 30.01.23.

Принята к печати / Accepted: 31.01.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-64-71

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ: ОПЫТ МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

В. И. Токтарова¹, О. В. Ребко¹ ✉

¹ *Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия*

✉ molochki@yandex.ru

Аннотация

В настоящее время вопрос о единой модели цифровых компетенций для педагогов остается открытым как в нашей стране, так и на мировом уровне. Существует масса различных подходов к определению самого понятия «цифровая компетенция» и содержания таких моделей. Анализ нескольких разработанных вариантов позволяет выделить общие компоненты и построить на их основе единую модель. В данной работе приводится опыт Марийского государственного университета по созданию и внедрению модели цифровых компетенций педагогов, разработке диагностического инструментария для их оценки. Устанавливается целесообразность применения данной модели цифровых компетенций в подготовке студентов педагогических специальностей. Отмечаются проблемы и вызовы, связанные с цифровой трансформацией отрасли науки и образования. Приводится описание программы магистратуры по профилю «Цифровая педагогика». Данная программа основана на модели цифровых компетенций, принятой в Марийском государственном университете. Она обеспечивает непрерывную профессиональную подготовку педагогов, способных работать в условиях цифровой трансформации, что отвечает вызовам и потребностям как национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», так и Стратегии цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Республики Марий Эл.

Ключевые слова: цифровые компетенции педагогов, цифровая трансформация образования, цифровая педагогика, магистратура, кадры для цифровой экономики, цифровая культура, цифровая грамотность, университет.

Для цитирования:

Токтарова В. И., Ребко О. В. Развитие цифровых компетенций в контексте цифровизации системы образования: опыт Марийского государственного университета. *Информатика и образование*. 2023;38(1):64–71. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-64-71

DEVELOPMENT OF DIGITAL COMPETENCIES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF THE EDUCATION SYSTEM: THE EXPERIENCE OF MARI STATE UNIVERSITY

V. I. Toktarova¹, O. V. Rebko¹ ✉

¹ *Mari State University, Yoshkar-Ola, The Mari El Republic, Russia*

✉ molochki@yandex.ru

Abstract

At the moment, the question of a unified model of digital competencies for teachers remains open both in our country and globally. There are many different approaches to the definition of the concept of “digital competence” and the content of such models. However, the analysis of several models allows us to identify common components and build a single model based on them. This article presents the experience of Mari State University on the creation and implementation of a teachers’ digital competencies model and the development of diagnostic tools for their assessment. The expediency of applying this model of digital competencies in the training of students of pedagogical specialties is established. The problems and challenges associated with the digital transformation of science and education are noted. The description of the magistracy program “Digital pedagogy” is given. This program is based on the model of digital competencies adopted at Mari State University. It provides continuous professional training of teachers capable of working in the conditions of digital transformation, which meets the challenges and needs of both the national program “Digital economy of the Russian Federation” and the “Strategy of digital transformation of economic sectors, social sphere, and public administration of the Mari El Republic”.

Keywords: digital competencies of teachers, digital transformation of education, digital pedagogy, master’s degree, personnel for digital economy, digital culture, digital literacy, university.

For citation:

Toktarova V. I., Rebko O. V. Development of digital competencies in the context of digitalization of the education system: The experience of Mari State University. *Informatics and Education*. 2023;38(1):64–71. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-64-71

1. Введение

Глобальный переход к цифровой экономике повлек за собой дефицит квалифицированных кадров [1]. Внедрение новых технологий в практику производства устраняет одни профессии и требует серьезной модернизации других. Статистика, приведенная компанией PwC, подтверждает, что на данный момент 53 % рабочих по всему миру могут лишиться своего заработка в результате замены их труда современными автоматами и более 70 % нуждаются в повышении квалификации или переподготовке*.

На этом фоне процесс цифровой трансформации образования (ЦТО) выглядит еще более сложным [2], так как имеет несколько векторов. С одной стороны, именно от образования ожидается наибольшая помощь и поддержка в ускоренной переквалификации сотрудников и их адаптации к условиям цифровой экономики. С другой стороны, необходимо обеспечить цифровую подготовку граждан на разных уровнях образования. И вместе с этим сама отрасль образования также проходит период цифровой трансформации, а точнее, ту ее стадию, когда определенное разнообразие цифровых образовательных продуктов и технологий уже существует, а цифровая готовность и соответствующие компетенции педагогов еще недостаточно сформированы.

В частности, в Стратегии цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования** формирование цифровых компетенций педагогов отмечается как одно из приоритетных направлений. Сами цифровые компетенции работников сферы образования находятся в центре внимания ученых России и других стран.

Одной из наиболее распространенных моделей цифровых компетенций для педагогов является европейская модель DigCompEdu [3]. Определенный интерес также вызывает модель компетенций цифрового интеллекта Ю. Парк, так как она объединяет интересы и педагогов, и обучающихся [4]. В российской науке проблеме цифровых компетенций педагогов посвящены работы Г. У. Солдатовой и Е. И. Рассказовой [5], А. М. Кондакова***, О. В. Приходько [6], Ю. С. Бузыковой и Е. С. Гафиатулиной [7], Р. А. Шаухаловой [8] и др. Разработано также несколько моделей цифровых компетенций, которые в целом можно адаптировать для повышения уровня цифровой культуры педагогов. Указание на то, какими компетенциями должны обладать педагоги для работы в условиях ЦТО, содержатся и в профессиональном стандарте «Педагог»****. Несмотря на столь пристальное внимание

к данной проблеме, программы цифровой подготовки будущих и повышения квалификации действующих педагогов носят скорее экспериментальный характер.

Целью данной статьи является описание опыта ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» по развитию цифровых компетенций педагогов на примере программы магистратуры по профилю «Цифровая педагогика» направления подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование».

2. Модель цифровых компетенций педагогов Марийского государственного университета

На данный момент прийти к единому мнению о том, какими компетенциями должен обладать педагог, работающий в условиях ЦТО, весьма проблематично, так как существуют разнообразные концепции построения соответствующих моделей, подходы к определению их содержания и трактовке самого понятия «цифровые компетенции педагогов». Проанализировав несколько наиболее проработанных моделей, мы выяснили, что, несмотря на разные взгляды авторов, найти точки соприкосновения все же возможно. Базисом для построения модели цифровых компетенций педагогов могут стать следующие факторы:

- онлайн-кооперация и онлайн-коммуникация;
- создание образовательного контента и управление таким контентом;
- управление киберрисками и безопасностью данных;
- управление правами интеллектуальной собственности [9].

Отметим, что в последнее время все более актуальными становятся компетенции, связанные с применением сквозных цифровых технологий в образовании, в частности технологий на основе искусственного интеллекта [10]. Растет значимость соблюдения принципов цифровой этики в эпоху ЦТО [11]. При этом важную роль играет анализ состояния студентов на основе образовательной аналитики и цифрового следа [12].

При составлении модели цифровых компетенций педагогов Марийского государственного университета (МарГУ) были учтены требования национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»****, в которой также отмечается важность коммуникации в цифровой среде и управления цифровым контентом.

Структура модели, принятой в МарГУ, состоит из трех уровней [13]:

- *уровень 1*: компетенции цифрового взаимодействия;
- *уровень 2*: компетенции создания цифрового контента;
- *уровень 3*: компетенции цифровой трансформации.

**** Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: <http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf>

* См.: <https://www.pwc.com/gx/en/news-room/press-releases/2019/global-skills-survey-2019.html>

** См.: <https://minobrnauki.gov.ru/upload/iblock/e16/dv6dzmr0og5dm57dtm0wylr6uwtujw.pdf>

*** Кондаков А. М. Разработка базовой модели компетенций цифровой экономики. Режим доступа: <https://profstandart.rosmintrud.ru/upload/medialibrary/908/O%20разработке%20базовой%20модели.pdf>

**** См.: https://school3.kchr.eduru.ru/media/2020/02/11/1250875158/Profstandart_Pedagog.pdf

Первая группа компетенций — *компетенции цифрового взаимодействия* — объединяет все, что связано с умением выстраивать коммуникацию, как внутри профессиональной сферы (налаживание взаимодействия со всеми стейкхолдерами образования, ведение научной коммуникации), так и за ее пределами (в частности, следование правилам цифрового этикета в любой ситуации). Владение данными компетенциями отражается на качестве формирования цифровой идентичности педагога.

Компетенции создания цифрового контента подразумевают не только умение пользоваться сервисами для создания интерактивных упражнений. Сюда же входит все, что связано с авторскими правами в цифровой среде, а также знание принципов педагогического дизайна. Последнее проявляется в умении выбирать и оценивать качество онлайн-курсов и цифровых материалов, выявлять потребности обучающихся, ставить образовательные цели и определять необходимые результаты, а также подбирать соответствующий им образовательный контент, поддерживать мотивацию и проектировать образовательный опыт обучающихся.

Что касается *компетенций цифровой трансформации*, то под ними подразумевается функциональное использование методов и инструментов при решении сложных профессиональных задач в цифровой среде, а также компетенции, связанные со сквозными цифровыми технологиями для образовательной аналитики и индивидуализации образовательного процесса.

В обобщенном виде все показатели модели можно отнести к пяти укрупненным компонентам:

- 1) *технологический* — отражает знание современных цифровых технологий, понимание их влияния на профессиональную деятельность и жизнь в целом, умение грамотно, безопасно, этично и эффективно применять технологии в профессиональных и личных целях;
- 2) *педагогический* — включает в себя педагогический дизайн и проектирование образовательного опыта; умение ставить учебные цели; использование цифровых технологий сообразно поставленным учебным целям; умение разрабатывать образовательный контент и управлять им;
- 3) *когнитивный* — определяет использование цифровых технологий как средства получения и производства нового знания, саморазвития, развития критического и креативного мышления;
- 4) *коммуникативный* — предполагает навыки построения эффективной коммуникации и сотрудничества со всеми участниками образовательного процесса, а также успешное разрешение конфликтных ситуаций в цифровой среде;
- 5) *личностный* — характеризует необходимость учитывать особенности и опыт личностей педагога и обучающегося при использовании цифровых технологий в учебном процессе, а также опираться на цели и потребности личности.

Говоря о моделях цифровых компетенций, необходимо отметить важность способов оценки и визуализации того, как эти компетенции формируются [14]. Таких способов, как и самих моделей, существует немало.

Для оценки уровня развития цифровых компетенций был создан специальный диагностический инструментарий* (см. рис. 1). Этот программный продукт позволяет автоматизировать процедуру диагностики и представляет результаты в виде графиков, отражающих динамику процесса формирования цифровых компетенций. Благодаря данному инструментарию можно не просто оценить текущее состояние тех или иных компетенций, но, проанализировав результаты, определить, какое дополнительное обучение следует пройти испытуемому.

Данная модель разрабатывалась для оценки и поддержки развития цифровых компетенций действующих педагогов и была апробирована на профессорско-преподавательском составе вуза. Согласно паспорту Стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Республики Марий Эл**, одной из задач, которые предстоит решить в регионе, является именно непрерывное повышение профессиональной подготовки педагогов, способных действовать в условиях ЦТО. После того, как был составлен профиль цифровых компетенций преподавателей Марийского государственного университета, для развития недостаточно сформированных цифровых компетенций им был предложен пул дополнительных профессиональных программ повышения квалификации:

- «Школа-интенсив “Педагогический дизайн онлайн-курсов”»;
- «Цифровая культура педагога»;
- «Цифровые сервисы реализации дистанционного образования в вузе»;
- «Цифровой сторителлинг в образовании»;
- «Искусственный интеллект: старт в ИТ-будущее».

Однако, как мы отмечали выше, одним из вызовов цифровой трансформации для системы образования является необходимость действовать сразу в нескольких направлениях. Практически одновременно с повышением квалификации действующих педагогов встает вопрос о подготовке педагогов будущих.

* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022619250 Российская Федерация. Диагностический инструментарий оценки цифровых компетенций преподавателей: № 2022618867: заявлено 19.05.2022: опубликовано 06.06.2022 / Веткина Н. С., Ребко О. В.; правообладатель ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет». Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. Режим доступа: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2022619250&TypeFile=html

** См.: <http://edu.mari.ru/rsoko/DocLib15/Стратегия%20цифровой%20трансформации%20Республики%20Марий%20Эл%20на%202022-2024%20годы.pdf>

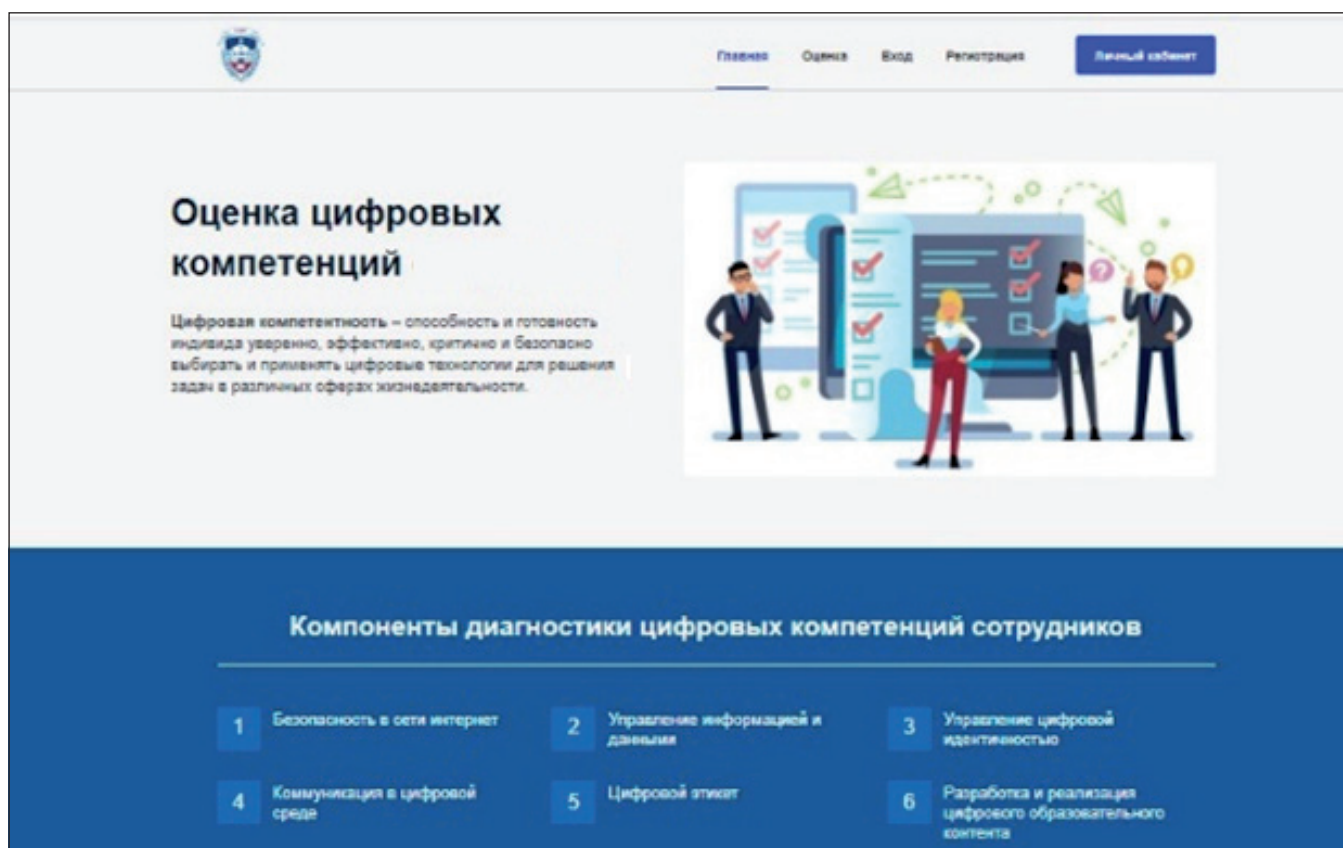


Рис. 1. Главный экран диагностического инструментария оценки цифровых компетенций

Fig. 1. The main screen of the diagnostic tool for assessing digital competencies

3. Развитие цифровых компетенций педагогов на примере программы магистратуры по профилю «Цифровая педагогика» направления подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование»

В своем исследовании степени готовности молодых профессионалов к работе в условиях ЦТО С. О. Исадченко и И. П. Краснощеченко отмечают, что современные молодые люди открыты к техническому прогрессу и применению цифровых технологий в учебном процессе [15]. То же можно сказать и о современных студентах — представителях так называемого поколения «цифровых аборигенов» [16]. Использование цифровых устройств и сервисов для решения разнообразных личных, учебных или рабочих задач является для них естественной частью жизни. Обратной стороной таких доверительных отношений с «цифрой» становится неумение сохранять цифровой баланс, нерациональное, избыточное использование технологий, недостаточно высокий уровень критического мышления и др.

Проведенный в 2021–2022 годах анализ цифровых компетенций будущих педагогов, обучающихся в МарГУ, показал, что при высокой осведомленности о современных цифровых технологиях и постоянном

их использовании в быту и учебе студенты бакалавриата затрудняются четко сформулировать, как можно применить их в своей профессии, демонстрируют низкую готовность к созданию собственных цифровых образовательных продуктов и в целом затрудняются пояснить, что такое цифровая культура, зачем нужна цифровая грамотность, каким образом они влияют на работу педагога [17].

В ходе исследования 573 студента 1-4-го курсов бакалавриата прошли диагностику цифровых компетенций. Среди них были представители факультетов физической культуры, спорта и туризма, психологии и педагогики, общего и профессионального образования, иностранных языков.

Анализируя результаты исследования, мы выяснили, что при высоком показателе развития *компетенций технологического компонента* (81,15 %) (см. рис. 2) студенты находят цифровым технологиям весьма ограниченное применение в практике преподавания. В основном это использование цифровых ресурсов и редакторов (81,68 %) или поиск необходимых данных в сети Интернет (80,98 %). Это тесным образом связано с невысоким уровнем развития *компетенций, входящих в педагогический компонент* (59,34 %), и говорит о том, что студентам не хватает методических знаний о возможностях использования цифровых ресурсов, умения создавать цифровой образовательный контент и управлять им.

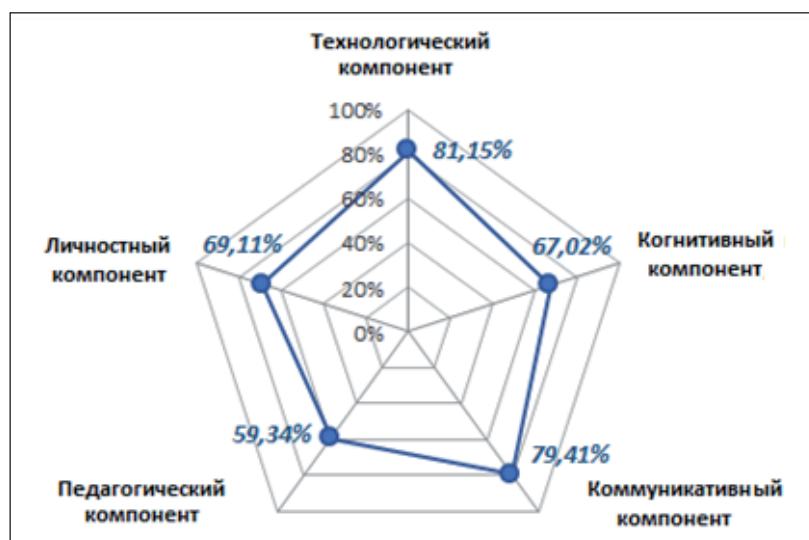


Рис. 2. Уровень развития цифровых компетенций студентов МарГУ по компонентам

Fig. 2. The level of development of digital competencies of the Mari State University students by components

Поскольку студенты постоянно взаимодействуют с учебной информацией, участвуют в выполнении исследовательских и научных проектов, то компетенции, объединенные когнитивным компонентом, в целом можно считать развитыми (67,02 %). Однако при анализе пожеланий обучающихся выяснилось, что 35,26 % считают необходимым повысить свою информационную грамотность и заинтересованы в совершенствовании критического мышления и аналитических навыков.

На втором месте по уровню развития находятся компетенции, объединяемые коммуникативным компонентом (79,41 %). Это обусловлено регулярным использованием мессенджеров, соцсетей и т. п. для коммуникации в личных, учебных, а иногда и в профессиональных целях.

Говоря о личностном компоненте, необходимо также отметить высокие показатели его развития (69,11 %). Однако при ближайшем рассмотрении выясняется, что лишь 30,54 % студентов осознают возможности цифрового пространства для профессионального продвижения, создания репутации и личного бренда. Возможности, которые предоставляют цифровые технологии для индивидуальной настройки образовательного процесса, также остались за пределами знаний большинства студентов. При этом исследователи отмечают, что в последние годы внимание к индивидуальному стилю обучения стало одной из важнейших тенденций образования на мировом уровне [18].

Недостаток цифровых компетенций именно в педагогическом плане можно компенсировать, например, предложив студентам соответствующие дополнительные образовательные программы, мастер-классы и тренинги. Однако современные молодые специалисты все чаще испытывают потребность в более фундаментальной подготовке. Для удовлетворения этого запроса, а также для углубленной

подготовки педагогов к деятельности в условиях ЦТО в МарГУ действует программа магистратуры по профилю «Цифровая педагогика» (см. рис. 3).

Эта образовательная программа была разработана в соответствии с принятой в университете моделью цифровых компетенций. Компетенции уровня цифрового взаимодействия формируются следующими предметами:

- «Деловая и межкультурная коммуникация»;
- «Электронные среды профессиональной коммуникации»;
- «Цифровое портфолио педагога»;
- «Цифровая трансформация педагогической деятельности».

Таким образом, магистранты осваивают правила сетевого этикета, способы создания цифровой репутации и личного бренда, формы электронной коммуникации в рамках научного сообщества.

На уровне компетенций создания цифрового контента большое внимание уделяется педагогическому дизайну, управлению проектной деятельностью, проектированию средств мобильного обучения, цифровому образовательному сторителлингу. Поскольку цифровая трансформация требует от педагогов не только развивать свою цифровую культуру и компетенции, но и содействовать в этих вопросах обучающимся, в учебном плане магистратуры присутствуют такие дисциплины, как «Педагогический дизайн цифровой среды», «Цифровые сервисы и инструменты в работе педагога», «Методика обучения цифровым технологиям на базовом и углубленном уровнях». Кроме того, для развития у студентов критического мышления и навыков оценки образовательного продукта вводятся дисциплины «Интеллектуальный анализ данных» и «Мониторинг и экспертиза цифровой образовательной среды». Правовые нормы работы в условиях ЦТО изучаются в рамках предмета «Государственная политика в области цифрового образования».

ЦИФРОВАЯ ПЕДАГОГИКА
ПРОГРАММА МАГИСТРАТУРЫ

● Направление подготовки: 44.04.01 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ● Направленность (профиль программы): ЦИФРОВАЯ ПЕДАГОГИКА

Уровень: магистратура | Форма обучения: очная | Срок обучения: 2 года | Язык: русский

«Цифровая педагогика» – магистратура для тех, кто хочет стать лидером в области цифрового образования. Программа является междисциплинарной, ориентирована на подготовку педагогов, готовых работать в цифровом веке на стыке разных областей знаний, накопления, обработки и использования больших объемов данных, искусственного интеллекта с целью персонализации обучения, повышения мотивации обучающихся, облегчения рутинной деятельности педагогов и управленцев.

Рис. 3. Фрагмент аннотации образовательной программы «Цифровая педагогика»

Fig. 3. A fragment of the abstract of the educational program «Digital Pedagogy»

Данные дисциплины обеспечивают готовность студентов не только использовать цифровые продукты и ресурсы в образовательной деятельности, но и создавать собственные образовательные продукты. В ходе решения учебных задач и прохождения практики магистранты осуществляют проектирование обучающих курсов в соответствии с принципами педагогического дизайна, работают с экспертами из различных предметных областей, проектируют отдельные образовательные активности, проводят аудит образовательных программ и продуктов.

Таким образом, студенты магистратуры данного направления за время обучения имеют возможность попробовать себя в различных профессиональных ролях: от цифровых методистов до дизайнеров образовательного опыта и продакт-менеджеров в образовании.

Уровень компетенций цифровой трансформации предполагает владение сквозными цифровыми технологиями. В рамках магистратуры эта задача решается в ходе изучения следующих дисциплин:

- «Искусственный интеллект в цифровом образовании»;
- «Технология инженерии знаний»;
- «Интеллектуальные цифровые технологии»;
- «Индивидуализация и персонализация обучения в цифровой среде»;
- «Цифровая образовательная аналитика и оценка эффективности обучения».

Объединение всей изучаемой информации в целостную картину педагогической действительности в условиях ЦТО обеспечивается дисциплиной «Методы и инструменты цифровой педагогики».

Следует отметить, что цифровые компетенции в рамках данной магистерской программы не формируются изолированно, каждая на своем уровне. Во время обучения создаются условия, при которых невозможно решить задачу, поставленную в ходе одной дисциплины, не владея знаниями, умениями и навыками, полученными при освоении другой. Например, создание обучающего курса по сквозным цифровым технологиям потребовало от студентов навыков педагогического дизайна, управления проектами, сторителлинга, работы с экспертами, технических навыков создания презентаций, видеороликов, интерактивных мультимедийных заданий, а также умения грамотно выбирать компоненты цифровой образовательной среды вуза и работать с ними.

Такой междисциплинарный подход к формированию цифровых компетенций педагогов решает сразу две проблемы:

- 1) проблему фрагментарности обучения, при которой студент не воспринимает полученные знания, умения и навыки как взаимосвязанные;
- 2) проблему оторванности обучения от реальных профессиональных задач.

Как видно из перечня учебных дисциплин, при построении программы магистратуры по профилю «Цифровая педагогика» учитывался и тот факт, что у студентов уже имеется определенный опыт взаимодействия с цифровыми технологиями. В ходе освоения дисциплин магистерской программы этот опыт актуализируется и расширяется.

Например, студенты не изучают информационно-коммуникационные технологии как таковые (начальные знания в этой области проверяются на вступительных испытаниях в магистратуру), не учатся создавать презентации или работать с видеозаписью, так как на сегодняшний день эти навыки вырабатываются еще в школе, а затем получают развитие и практическое применение в программах бакалавриата. Магистратура по профилю «Цифровая педагогика» обеспечивает методически верное использование технологий, рациональный и критический подход к их выбору и внедрению, понимание цифровой этики и самой сути процесса цифровой трансформации образования.

4. Заключение

В своей работе [19] Тони Бейтс отмечает, что потребности цифровых экономик в профессионалах нового уровня подготовки зачастую вступают в противоречие с консерватизмом университетов, которым сложно перестроить свои программы под требования цифрового мира. Опыт Марийского государственного университета свидетельствует о том, что фундаментальность и высокая научность не только могут, но и должны сочетаться с передовыми технологиями и современными тенденциями в области подготовки профессионалов для общества знаний.

Актуализация содержания профессиональных компетенций педагогов, включение цифровых компетенций в программу педагогической подготовки определяет вектор дальнейшего развития специалистов отрасли образования, является залогом их востребованности в быстро меняющемся мире. В частности, модель цифровых компетенций педагогов МарГУ и ее диагностический инструментарий позволяют профессорско-преподавательскому составу вуза оставаться в курсе современных образовательных трендов, выбирать направления своего развития и выявлять собственные потребности в повышении квалификации. Для студентов данная модель также может служить ориентиром в их учебной и профессиональной деятельности.

Ярким примером сочетания фундаментальности и научности высшего образования с требованиями современности является программа магистратуры по профилю «Цифровая педагогика». Опираясь на научные методы исследования, она учитывает и предыдущий опыт студентов, и требования цифровой трансформации отрасли науки и образования, отвечает ее вызовам и решает одну из ее важнейших задач — создание системы непрерывной подготовки педагогических кадров для работы в условиях ЦТО.

Кроме того, данная программа магистратуры обеспечивает выпускников достаточным уровнем знаний и квалификаций для работы как в сфере предоставления образовательных услуг, так и в управлении образованием, в области науки и инноваций.

Список источников / References

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо; 2016. 138 с.
[Schwab K. The fourth industrial revolution. Moscow, Eksmo; 2016. 139 p. (In Russian.)]
2. 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. Ред. А. Ю. Уваров, И. Д. Фруммин. М.: Изд. дом Высшей школы экономики; 2019. 344 p. EDN: ANYGHO. DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5
[Uvarov A. Yu., Gable E., Dvoretzskaya I. V., Zaslavsky I. M., Karlov I. A., Mertsalova T. A., Sergomanov P. A., Frumin I. D. Difficulties and prospects of digital transformation of education. Ed. by A. Yu. Uvarov, I. D. Frumin. Moscow, ID Higher School of Economics; 2019. 344 p. (In Russian.) EDN: ANYGHO. DOI: 10.17323/978-5-7598-1990-5]
3. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Punie Y. (ed.) Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017; 94 p. DOI: 10.2760/178382 (print), 10.2760/159770 (online)
4. DQ Global Standards Report 2019. Common framework for digital literacy, skills and readiness. Park Yu. (ed.) DQ Institute, 2019; 61 p. Available at <https://www.dqinstitute.org/wp-content/uploads/2019/03/DQGlobalStandardsReport2019.pdf>
5. Солдатова Г. У., Рассказова Е. И. Модели цифровой компетентности и деятельности российских подростков онлайн. *Национальный психологический журнал*. 2016;(2):50–60. DOI: 10.11621/npj.2016.0205
[Soldatova G. U., Rasskazova E. I. Models of digital competence and online activity of Russian adolescents. *National Psychological Journal*. 2016;(2):50–60. (In Russian.) DOI: 10.11621/npj.2016.0205]
6. Приходько О. В. Особенности формирования цифровой компетентности студентов вуза. *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. 2020;9(1):235–238. EDN: XKYHLB. DOI: 10.26140/anip-2020-0901-0055
[Prikhodko O. V. Features of formation of digital competence of university students. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. 2020;9(1):235–238. (In Russian.) EDN: XKYHLB. DOI: 10.26140/anip-2020-0901-0055]
7. Бузыкова Ю. С., Гафиатулина Е. С. Цифровые компетенции преподавателя и их индикаторы. *Техник транспорта: образование и практика*. 2020;1(4):278–282. EDN: CDMDME. DOI: 10.46684/2687-1033.2020.4.278-282
[Buzykova Yu. S., Gafiatulina E. S. Digital teacher competencies and their indicators. *Transport Technician: Education and Practice*. 2020;1(4):278–282. (In Russian.) EDN: CDMDME. DOI: 10.46684/2687-1033.2020.4.278-282]
8. Шаухалова Р. А. Принципы формирования цифровой культуры студентов в университете. *Педагогический журнал*. 2020;10(1-1):436–443. EDN: SQMFQX. DOI: 10.34670/AR.2020.1.46.167
[Shaukhalova R. A. Formation principles of digital culture of students at the university. *Pedagogical journal*. 2020;10(1-1):436–443. (In Russian.) EDN: SQMFQX. DOI: 10.34670/AR.2020.1.46.167]
9. Федорова Л. А., Шиманский А. А. Методические рекомендации по созданию цифрового профиля профессиональных компетенций («цифрового следа») и индивидуальных траекторий развития работников как ключевой состав-

ляющей человеческого капитала государства. *Креативная экономика*. 2021;15(5):1825–1840. EDN: KPNYKM. DOI: 10.18334/ce.15.5.112077

[Fedorova L. A., Shimanskiy A. A. Methodological recommendations for creating a digital profile of professional competencies (digital footprint) and individual trajectories of employee development as a key component of the state's human capital. *Kreativnaya ekonomika*. 2021;15(5):1825–1840. (In Russian.) EDN: KPNYKM. DOI: 10.18334/ce.15.5.112077]

10. Ахтямова И. М. Искусственный интеллект в образовании 21 века — пространство для новых возможностей преподавания. *Бюллетень науки и практики*. 2021;7(2):330–338. EDN: AWZTDC. DOI: 10.33619/2414-2948/63/39

[Akhtyamova I. M. Artificial intelligence in 21st century education a space for new teaching opportunities. *Bulletin of Science and Practice*. 2021;7(2):330–338. (In Russian.) EDN: AWZTDC. DOI: 10.33619/2414-2948/63/39]

11. Дорохина Р. В., Лавренов С. В. Этические проблемы цифровизации в системе образования. *Век глобализации*. 2021;(2):118–123. EDN: WHXMNL. DOI: 10.30884/vglob/2021.02.10

[Dorohina R. V., Lavryonov S. V. Ethical problems of digitalization in the education system. *The Age of Globalization*. 2021;(2):118–123. (In Russian.) EDN: WHXMNL. DOI: 10.30884/vglob/2021.02.10]

12. Sivak E., Smirnov I. Measuring adolescents' well-being: Correspondence of naïve digital traces to survey data. *Social Informatics. SocInfo 2020. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham; 2020;12467:352–363. DOI: 10.1007/978-3-030-60975-7_26

13. Токтарова В. И., Семенова Д. А., Шпак А. Е., Лановая Т. В., Михеева Д. А. Модель формирования и развития цифровых компетенций современного педагога. *eLearning Stakeholders and Researchers Summit 2021: материалы международной конференции*. М.: Изд. дом Высшей школы экономики; 2022:145–154. EDN: FZOQEG. Режим доступа: <https://estars.hse.ru/mirror/pubs/share/665857657.pdf>

[Toktarova V. I., Semenova D. A., Shpak A. E., Lanovaya T. V., Mikheeva D. A. Model of forming and developing of digital competencies of the modern teacher. *eLearning Stakeholders and Researchers Summit 2021: Proc. Int. Conf. Moscow, ID Higher School of Economics*; 2022:145–154 (In Russian.) EDN: FZOQEG. Available at <https://estars.hse.ru/mirror/pubs/share/665857657.pdf>]

14. Петрова В. С., Щербик Е. Е. Измерение уровня сформированности цифровых компетенций. *Московский экономический журнал*. 2018;(5(3)):237–244. EDN: YTVHFB. DOI: 10.24411/2413-046X-2018-15114

[Petrova V. S., Shcherbik E. E. Measurement of the level of development of digital competencies. *Moscow economic journal*. 2018;(5(3)):237–244. (In Russian.) EDN: YTVHFB. DOI 10.24411/2413-046X-2018-15114]

15. Исадченко С. О., Краснощеченко И. П. Готовность молодых преподавателей к профессиональной деятельности в цифровом образовательном пространстве. *Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика*. 2022;28(1):13–21. EDN: QIIVRA. DOI: 10.34216/2073-1426-2022-28-1-13-21

[Isadchenko S. O., Krasnoschchyochenko I. P. Readiness of young university teachers for professional activities in the digital educational space. *Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics*. 2022;28(1):13–21. (In Russian.) EDN: QIIVRA. DOI: 10.34216/2073-1426-2022-28-1-13-21]

16. Федорова Е. Е. «Цифровые аборигены» в новом коммуникативном пространстве. *Гуманитарные и социальные науки*. 2020;(3):30–35. EDN: MUGMCW. DOI: 10.18522/2070-1403-2020-80-3-30-35

[Fedorova E. E. “Digital natives” in the new communication space. *Humanities and social sciences*. 2020;(3):30–35. (In Russian.) EDN: MUGMCW. DOI: 10.18522/2070-1403-2020-80-3-30-35]

17. Токтарова В. И., Ребко О. В. Структурно-функциональная модель развития компетенций цифровой культуры будущих педагогов. *Научно-педагогическое обозрение*. 2022;(6(46)):18–27. EDN: YBREFH. DOI: 10.23951/2307-6127-2022-6-18-27

[Toktarova V. I., Rebko O. V. Structural and functional model of the development of digital culture competencies of future educators. *Pedagogical Review*. 2022;(6(46)):18–27. (In Russian.) EDN: YBREFH. DOI: 10.23951/2307-6127-2022-6-18-27]

18. Kamal A., Radhakrishnan S. Individual learning preferences based on personality traits in an E-learning scenario. *Education and Information Technologies*. 2019;24(1):407–435. DOI: 10.1007/s10639-018-9777-4

19. Bates A. W. (Tony) Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning. BCcampus; 2021. Available at: <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/>

Информация об авторах

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

Ребко Ольга Васильевна, аспирант, кафедра методологии и управления образовательными системами, психолого-педагогический факультет, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4726-8085>; *e-mail*: molochki@yandex.ru

Information about the authors

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

Olga V. Rebko, postgraduate student, Department of Methodology and Management of Educational Systems, Faculty of Psychology and Pedagogy, Mari State University, Yoshkar-Ola, The Mari El Republic, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-4726-8085>; *e-mail*: molochki@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received: 15.12.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 30.01.23.

Принята к печати / Accepted: 31.01.23.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-72-82

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ЭПОХУ ПАНДЕМИИ: ОПЫТ РОССИЙСКИХ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Г. В. Садькова¹ ✉, О. И. Северьянов¹¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия

✉ gsadykov@kpfu.ru

Аннотация

Статья посвящена изучению опыта преподавателей российских вузов, приобретенного в период экстренного удаленного обучения в 2020–2021 годах во время пандемии. Актуальность работы обусловлена необходимостью корректировки траектории развития системы дистанционного обучения. Новизна статьи определяется существенным дефицитом изучения, обобщения и осмысления данного опыта в научной литературе.

В исследовании использовались количественные и качественные методы сбора и обработки данных. Преподаватели российских вузов (N = 57) ответили на вопросы онлайн-анкеты, целью которой было выявить преимущества и недостатки дистанционной формы обучения. Для установления наиболее распространенных, ключевых тем применялись методы корпусной лингвистики, позволившие выделить частотные слова, используемые респондентами для описания своего положительного и отрицательного опыта. Ответы на открытые вопросы подвергались также контекстуальному и контент-анализу.

Среди наиболее существенных положительных сторон онлайн-формата респонденты выделили: экономию времени на дорогу, расширение репертуара педагогических стратегий и доступа к наглядным методам представления информации за счет технических возможностей онлайн-платформ, вовлечение молчаливых студентов в активное общение, безопасность коммуникации в период распространения вирусной инфекции, постоянный доступ студентов к информационным ресурсам. К недостаткам дистанционного обучения респонденты отнесли: ухудшение уровня взаимодействия со студентами при отсутствии личного и (или) визуального контакта, технические проблемы со связью, трудоемкость, сложность развития практических навыков, трудности эффективного контроля знаний и психологического состояния студентов, снижение мотивации у студентов, а также проблемы со здоровьем.

На основании результатов исследования сделаны выводы о необходимости повышения профессиональных компетенций преподавателей и расширения технической базы образовательных организаций. Последнее обеспечит доступ и использование многофункциональных систем управления дистанционным обучением и программ, позволяющих проводить видеоконференции, делиться файлами, а также демонстрировать мультимедийные презентации и онлайн-материалы.

Исследование значимо с точки зрения изучения и обобщения положительного и отрицательного опыта преподавателей для совершенствования программ повышения квалификации, принятия решений по закупке и внедрению оборудования и программного обеспечения, внесения изменений в программы развития вузов.

Ключевые слова: дистанционное обучение, онлайн-обучение, пандемия, COVID-19, вуз, преподаватели.

Для цитирования:

Садькова Г. В., Северьянов О. И. Дистанционное обучение в эпоху пандемии: опыт российских преподавателей. *Информатика и образование*. 2023;38(1):72–82. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-72-82

DISTANCE LEARNING DURING THE PANDEMIC ERA: RUSSIAN INSTRUCTORS' EXPERIENCE

G. V. Sadykova¹ ✉, O. I. Severyanov¹¹ Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia

✉ gsadykov@kpfu.ru

Abstract

The article focuses on studying Russian university instructors' experience acquired during the emergency remote learning period in 2020–2021. The need to adjust the development route of the distance learning system determines the topicality of the research. The novelty of the article is determined by significant gaps in scientific literature concerning studying, generalizing, and comprehending such experience.

The study employed quantitative and qualitative methods of data collection and processing. Russian university instructors (N = 57) filled in an online questionnaire which aimed to identify the advantages and disadvantages of distance learning. Corpus linguistics

methods were used to outline the most common key themes, which made it possible to identify the frequent words employed to describe positive and negative experiences. Responses to open-ended questions were examined using contextual and content analysis.

The most significant positive aspects of the online format identified by the respondents included travel time saving, extending the repertoire of teaching strategies and access to visual methods of presenting information thanks to the online platform technological capabilities. This enabled instructors to involve usually silent students in active communication. Moreover, the respondents cited safe communication during the spread of a viral disease as well as students' constant access to information resources. As for disadvantages, respondents mentioned a marked deterioration in interaction with students due to the lack of personal and/or visual contact, technical communication problems, and labor intensity. Other often cited drawbacks were difficulties in developing practical skills and effectively monitoring students' knowledge and psychological state, learners' decreased motivation as well as health problems.

Based on the results of the study, the article concludes that it is necessary to improve instructors' professional competencies and improve technical facilities of educational institutions. This would provide access to and usage of multifunctional distance learning management systems and programs that permit videoconferencing, file sharing and demonstrating multimedia presentations and online materials.

The research is relevant as it is important to study and summarize instructors' positive and negative experience to improve professional development programs, make decisions on purchasing and using equipment and software, and change university development agendas.

Keywords: distance learning, online learning, pandemic, COVID-19, higher educational institution, instructors.

For citation:

Sadykova G. V., Severyanov O. I. Distance learning during the pandemic era: Russian instructors' experience. *Informatics and Education*. 2023;38(1):72–82. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-72-82

1. Введение

В то время как мировое сообщество медленно адаптируется к новой реальности, вызванной распространением коронавирусной инфекции COVID-19, в научной литературе начинают появляться результаты первых серьезных исследований того, как пандемия повлияла на систему образования и что происходило в тех или иных странах в период локдаунов. Ограничения затронули образовательные организации в более чем 150 странах мира, повлияв приблизительно на 1,6 млрд обучающихся*. Во многих случаях это означало переход на дистанционные формы обучения. Несмотря на то, что онлайн-школы и онлайн-программы активно и нередко успешно внедрялись до 2020 года, пандемия существенно скорректировала траекторию развития системы дистанционного обучения, поставив всех педагогов и всех обучающихся перед необходимостью одномоментного перехода на удаленный формат обучения и создав беспрецедентные сложности для обеих сторон. Данная ситуация позволила выявить как отрицательные, так и положительные стороны дистанционного обучения, что стало особенно очевидным после выхода из локдаунов и возобновления очного обучения.

Представленное исследование направлено на выявление мнений преподавателей российских вузов касательно проблемных и положительных сторон дистанционного обучения в эпоху пандемии. Нас интересовало, как педагоги вузов оценивают свой опыт работы в период локдаунов, какие преимущества и недостатки дистанционного обучения выделяются ими как наиболее существенные и какие выводы мы можем сделать на этой основе.

2. Обзор литературы

Рассматривая вопрос обучения в период пандемии, в первую очередь необходимо учитывать то, что переход на удаленный формат в это время носил экстренный, а не плановый характер [1]. Экстренное удаленное обучение, в отличие от планового, предполагает поиски временных решений, наиболее доступных для всех вовлеченных сторон и не требующих 6–9 месяцев предварительной подготовки, как это нередко бывает в случае с разработкой качественных дистанционных программ в обычной ситуации [2]. Не имея времени на подготовку, педагоги и обучающиеся (а также их родители) вынуждены были срочно изобретать новые формы обучения и адаптировать старые к новым реалиям, при этом не всегда имея должные ресурсы и поддержку [3].

По мере адаптации к новой реальности в условиях пандемии ряд стран понижал степень изоляции, разрешая регионам с более низкими показателями инфицированных выходить из полного локдауна. Школы и университеты также принимали решения о полном или частичном отказе от удаленного формата в соответствии с рекомендациями министерств здравоохранения и образования. В частности, в некоторых странах перешли на смешанную модель обучения, когда 30–50 % обучающихся посещали школы и университеты очно, чередуя традиционную форму обучения с дистанционной [4].

Исследования, представленные в мировой научной литературе за последние два года, свидетельствуют о том, что для многих преподавателей и обучающихся переход на удаленную форму обучения стал вызовом. В первую очередь обеим сторонам образовательного процесса пришлось решать, как взаимодействовать в условиях отсутствия личного контакта. Формат обучения во многом был обусловлен наличием доступа к компьютерным и мобильным технологиям и к сети Интернет. При отсутствии стабильного доступа к таким технологиям обучение часто сводилось к тому, что преподаватель обозначал

* Worldbank. Remote Learning During COVID-19: Lessons from Today, Principles for Tomorrow. <https://www.worldbank.org/en/topic/edutech/brief/how-countries-are-using-edtech-to-support-remote-learning-during-the-covid-19-pandemic>

темы, формировал список литературы и задания, а обучающийся самостоятельно (или с помощью родителей и репетиторов) осваивал контент и высылал домашнюю работу преподавателю на проверку; при этом коммуникация могла осуществляться как через электронные сети, так и без их использования. К примеру, в Великобритании 71 % школьников государственных школ имели регулярные онлайн-уроки, в то время как в Германии лишь 6 % обучались онлайн на ежедневной основе и более 50 % имели возможность посещать онлайн-занятия лишь менее одного раза в неделю [5].

В наиболее выигрышной ситуации оказались те образовательные организации, где до пандемии существовала установившаяся система дистанционного (онлайн) обучения, где ранее функционировала электронная платформа управления обучением (learning management system) и был подготовленный технический персонал, способный оказать поддержку при переходе на дистанционное обучение. Электронные платформы Blackboard и Moodle, еще до пандемии хорошо зарекомендовавшие себя как ведущие системы управления дистанционным обучением, активно использовались преподавателями и обучающимися [6]. Хотя эти системы имеют обширный функционал, в некоторых случаях вузы принимали решение дополнить их другими электронными программами, например Zoom [6, 7] или Microsoft Teams, как это имело место в Казанском (Приволжском) федеральном университете, где работают авторы данного исследования, и, видимо, во многих других российских организациях*.

Кроме технологических возможностей, ключевыми факторами, влияющими на выбор форм обучения в условиях экстренного перехода на удаленный формат, стали возраст обучающихся, компетенции учителей в области ИКТ и их предварительный опыт преподавания онлайн, а также предмет (дисциплина) обучения. Хотя онлайн-обучение не пользовалось большой популярностью в программах дошкольного образования, в эпоху пандемии электронная коммуникация в некоторых случаях стала единственной возможностью продолжить работу с детьми-дошкольниками [8]. Педагоги младших классов столкнулись не только с техническими и педагогическими вопросами, но и с негативным отношением отдельных родителей к электронным формам работы с их детьми (возраста 6–11 лет) [9]. Решение применять электронные технологии с детьми школьного возраста, по всей видимости, зависело как от технических возможностей педагогов и детей, так и от распространенных в конкретной стране практик использования ИКТ в школьном образовании. Так, если в США большинство учителей школ использовали эти технологии при переходе в удаленный формат

работы [10], то в Германии многие педагоги не считали необходимым давать онлайн-уроки детям [11].

Имеющиеся компетенции педагогов в области ИКТ и онлайн-обучения также оказали существенное влияние на выбор форм такой работы. В условиях неопределенности, стресса, связанного с угрозой здоровью, новыми условиями функционирования отдельного человека, семьи и общества в целом, учителя и преподаватели опирались на те ресурсы, которые уже имелись, создавали новые материалы, а также искали поддержки у коллег [7, 12, 13]. Хотя удаленный способ обучения не всегда предполагал электронные формы работы, во многих случаях педагоги старались найти возможность использовать онлайн-технологии. Здесь на первое место выходил вопрос профессиональных компетенций преподавателя, его навыки работы с цифровыми платформами, умение выбрать и эффективно внедрить те или иные дистанционные технологии для достижения конкретных педагогических задач. Исследование американских ученых С. К. Симса и Д. М. Бейкера [7] свидетельствуют о том, что при наличии предварительного опыта работы с дистанционными технологиями и налаженной системы онлайн-обучения качество онлайн-курсов в период пандемии могло быть не хуже, чем в условиях планового онлайн-обучения, однако вовлеченность студентов и удовлетворенность преподавателей от процесса обучения могли быть ниже.

Важной задачей для многих преподавателей, работавших через цифровые платформы и программы, стало построение онлайн-сообщества и создание так называемого «эффекта социального присутствия» (social presence), что, как было показано в исследованиях в предпандемический период [14, 15], напрямую влияет на качество дистанционного обучения, поскольку способствует активному вовлечению студентов в образовательный процесс, повышению эмоциональной и интеллектуальной отдачи, удовлетворенности студентов и преподавателей от процесса обучения. Исследования показывают, что в таких странах, как, например, Япония, студенты и преподаватели использовали обширный ряд средств коммуникации, включающий, кроме основной платформы обучения, также Google Forms, YouTube, Flipgrid, Edmodo, Zoom и др. [16]. Коммуникация посредством систем видеоконференций, таких как Zoom, позволила частично компенсировать отсутствие визуального контакта, показав преимущества синхронных форм общения в формате видеоконференции.

Специфика дисциплины, несомненно, повлияла на выбор тех или иных методов и приемов контроля знаний и донесения контента до обучающихся. Особенно сложной задачей стало развитие практических навыков, требующих физических движений, таких как музицирование на занятиях будущих педагогов-музыкантов [12] или медицинские манипуляции на занятиях будущих стоматологов [3]. Исследования показывают, что преподавателям пришлось изобретать новые методы донесения контента до студентов

* Чекалин М. Microsoft Teams каждый день использует более 145 миллионов пользователей. *TEFIDA*. 29 апреля 2021. <https://tefida.com/microsoft-teams-usage-jumps-to-145-million-daily-active-users/>

и новые формы проверки его освоения. Среди задокументированных и опубликованных исследователями новых приемов работы в удаленном формате можно отметить следующие:

- открытые для общественности онлайн-занятия по развитию навыков преподавания будущих учителей химии в Китае [13];
- совместное пение и создание домашних оркестров с использованием движений тела (хлопков, топота, щелчков), предметов обихода (вилки и терки) и электронных звуков компьютера и телефона на занятиях будущих учителей музыки в Австралии [12];
- использование социальной сети iNaturalist и облачных программ для фиксирования, идентификации и анализа предметов флоры и фауны на занятиях по экологии в американском университете [17].

Поскольку дистанционное обучение лишило стороны личного контакта, студенты ценили старания преподавателей, которые предоставляли информацию в визуальном формате. К примеру, студенты румынского вуза были благодарны преподавателям иностранных языков, представляющим материал с помощью презентаций в программе PowerPoint [18].

Несмотря на старания многих педагогов, следует констатировать, что удаленное обучение не прошло без потерь для качества образования. Исследователи из Индии А. К. Арора и Р. Шринивазан [19] провели анализ опыта работы преподавателей индийских вузов и пришли к выводу, что для многих ожидаемые результаты преподавания посредством онлайн-технологий не совпали с реальными результатами. Основными проблемными зонами были отсутствие стабильного интернета и недостаток компетенций в сфере ИКТ. Преподаватели также жаловались на низкую посещаемость занятий обучающимися, отсутствие личного контакта и стабильного взаимодействия со студентами. Подобные проблемы описываются и в исследовании мнений 604 учителей школ США, которые отметили проблемы с вовлечением учеников в работу, с адаптацией программы к онлайн-среде, а также сложности, связанные с потерей личной связи в процессе преподавания (loss of personal connection of teaching) и ощущением отсутствия должной поддержки [9].

Исследования свидетельствуют, что коммуникация даже в формате синхронной веб-конференции нередко не могла воссоздать эффект личного присутствия в аудитории. Преподавателям было сложно понять, вовлечен ли студент в работу и усвоил ли он информацию, что особенно проблематично при выключенной камере обучающегося [12]. Как результат, в дистанционной форме обучения наблюдалось сокращение так называемых обучающих моментов (teachable moments) [12]. В то же время студенты языковых курсов одного из румынских вузов выразили недовольство низким уровнем посещения занятий своими одногруппниками, невозможностью получить моментальную реакцию преподавателя

на ошибки, особенно в произношении, и в целом отсутствием контакта с преподавателем и сокурсниками в том же объеме и качестве, как было до пандемии [18].

Вместе с тем онлайн-обучение имело и положительные стороны. Опрос студентов одного из московских вузов и университета в Арабских Эмиратах выявил следующие преимущества удаленного обучения в период пандемии:

- увеличение количества свободного времени;
- возможность чаще делать перерывы;
- более комфортная учебная среда;
- отсутствие необходимости тратить время на дорогу в университет [20].

Кроме того, экстренный и массовый переход на дистанционный формат способствовал ускоренному развитию онлайн-педагогике. По оценкам некоторых экспертов, система образования получила сильнейший импульс для развития дистанционного обучения*, а студенты оценили удобства, связанные с использованием цифровых технологий, и увидели особые преимущества смешанного очно-дистанционного формата обучения [21].

3. Методология исследования

Целью данного исследования стало изучение опыта преподавателей, работавших в удаленном формате в период пандемии. Для сбора фактических данных был разработан опросник, включающий пять демографических вопросов для сбора сведений о респондентах (родной язык, научная степень, область преподавания и опыт работы), а также три открытых вопроса о положительных и отрицательных моментах преподавания онлайн во время пандемии. В опросе приняли участие 57 преподавателей российских вузов Поволжского региона, среди которых 48 человек назвали родным языком русский, восемь — татарский и один — украинский. Опрос проводился онлайн через платформу Google Forms.

Большинство принявших участие в исследовании — кандидаты наук (70 %), доктора наук (14 %) и специалисты (10 %). Наиболее активными участниками опроса стали филологи и преподаватели иностранного языка (75 %); 12 % респондентов — преподаватели общественных наук (истории, регионоведения, педагогики, менеджмента, социологии), 8 % — искусства (музыки) и 5 % — естественных наук (химии, биологии и медицины) (см. рис. 1). Основная часть респондентов имеет значительный педагогический опыт: 51 % работают от шести до двадцати лет, 38 % — более двадцати лет и лишь 11 % — пять и менее лет. Среди участников исследования лишь 29 % имели до пандемии опыт преподавания онлайн на регулярной основе; 29 %

* Govindarajan V., Srivastava A. What the shift to virtual learning could mean for the future of higher ed. *Harvard Business Review*. 2020. March, 31. Available at: <https://hbr.org/2020/03/what-the-shift-to-virtual-learning-could-mean-for-the-future-of-higher-ed>

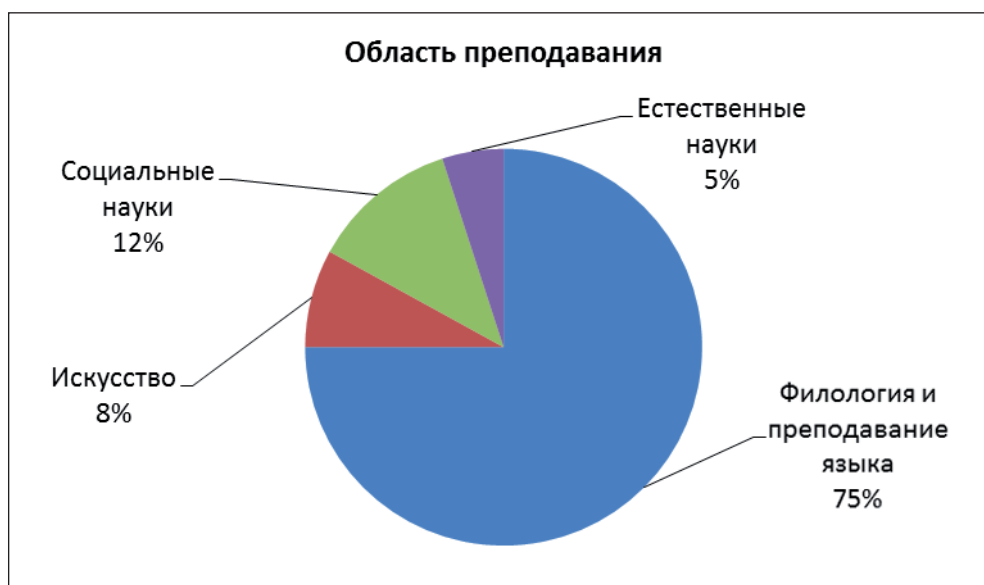


Рис. 1. Распределение ответов на вопрос: «В какой области вы преподаете?»

Fig. 1. Distribution of answers to the question: "What area of study do you provide teaching in?"

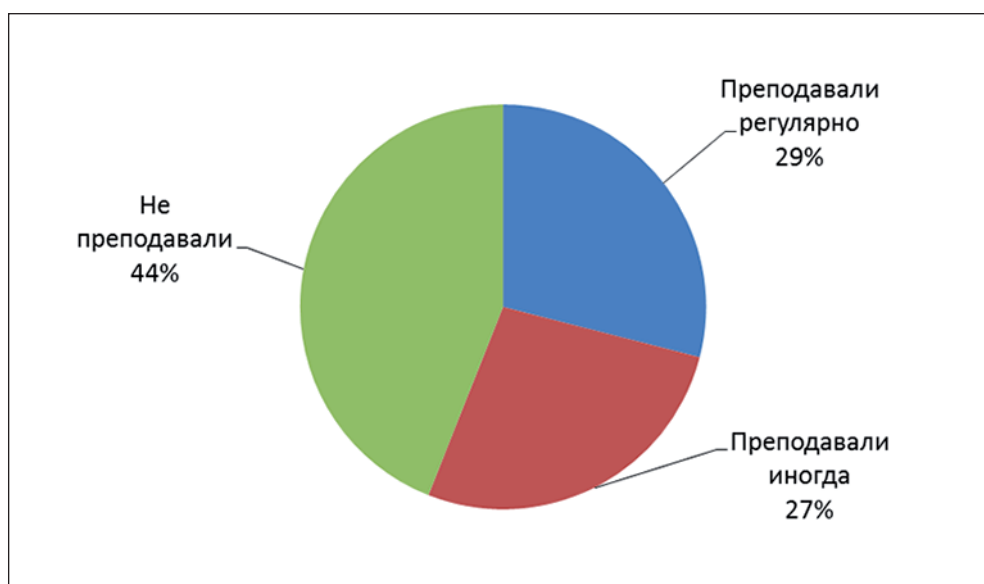


Рис. 2. Опыт преподавания онлайн до пандемии

Fig. 2. Online teaching experience before the pandemic

преподавали онлайн иногда, а 44 % не имели опыта преподавания онлайн (рис. 2).

В исследовании использовались количественные и качественные методы сбора и обработки данных. Демографические данные, полученные из опросника, были сгруппированы и обобщены для представления в количественном виде. В целях выявления наиболее распространенных ключевых тем применялись методы корпусной лингвистики, позволившие выделить частотные слова, используемые респондентами для описания своего положительного и отрицательного опыта. Ответы на открытые вопросы были также подвергнуты контекстуальному и контент-анализу.

4. Результаты исследования

Для выявления ключевых тем, представленных в ответах респондентов, было сформировано два корпуса. В первый вошли все ответы преподавателей на вопрос: «По вашему опыту, каковы были положительные стороны онлайн-обучения?»; второй корпус состоял из ответов на вопрос: «По вашему опыту, каковы были отрицательные стороны преподавания онлайн?». Выборка частотных слов проводилась с помощью программы AntConc*. В таблице представлен

* Программа AntConc. <http://www.laurenceanthony.net/software/antconc>

Частотные слова (леммы)

High-frequency words (lemmas)

№ п/п	Положительная оценка (N = 2524 токенов)		Отрицательная оценка (N = 2132 токенов)	
	Слово (лемма)	Частот- ность (ед.)	Слово (лемма)	Частот- ность (ед.)
1	возможност*	49	студент*	72
2	обуч* (обучение, обучающийся, обучае- мые, обучать, обучаться)	48	*работ* (работа, работать, недоработан- ность, неработающая)	36
3	*работ* (работа, работающий, работать, зарплат, отработка, неработающий)	41	обуч* (обучение, обучающийся)	28
4	онлайн	38	врем* (время)	26
5	врем* (время)	38	заняти* (занятия)	26
6	студент*	37	*возможн* (возможность, невозможность, возможно)	26
7	заняти*	29	онлайн	25
8	*материал* (материалы, аудиоматериалы)	27	проблем* (проблемы)	24
9	*польз*/полез* (использовать, использо- вание, пользоваться, полезный, полезно)	26	интернет	23
10	*удобн* (удобно, неудобно)	19	техни* (технический, техника)	23
11	эконом* (экономия, экономить)	18	камер* (камера)	20
12	доступ* (доступность, доступ, доступно)	16	препод* (преподаватель, преподавать)	19
13	процесс	13	*связ* (связь, связаны, связанные, видео- связь)	18
14	образова* (образование, образовательный)	13	отсутств* (отсутствие, отсутствовать)	18
15	позволять	12	контрол* (контроль, контролировать)	14
16	ресурс	11	подключ* (подключение, подключаться)	12
17	видео* (видео, видеоролики)	11	контакт*	12
18	презент* (презентация)	11	микрофон	10

результат выборки частотных полных слов, обозначенных в формате леммы, то есть начальной формы слова, представляющей группу родственных слов с одной основой.

Таблица демонстрирует наиболее важные для респондентов темы, давая общее представление об ответах респондентов. Используя данную выборку частотных полных слов, а также результаты анализа их контекстуального использования, полученные с помощью конкорданса и контент-анализа, мы выделили несколько ключевых идей из опыта участников исследования.

Одна из наиболее часто встречающихся тем в ответах на вопрос о положительном опыте преподавания онлайн в период пандемии связана с **экономией времени**. Частотность леммы «врем*» и контекст ее использования (см. рис. 3) демонстрируют, что

возможность работать из дома и не тратить время на дорогу до работы для многих стала очевидным и, по всей видимости, важным преимуществом дистанционного обучения. Контент-анализ показывает, что сэкономленное время преподаватели тратили как на дополнительную подготовку к занятиям, так и на личные цели, включая сон и домашние дела: *«Лучший положительный момент в онлайн-обучении — это то, что вы можете оставаться дома и не стоять в пробке по несколько часов в день. Это минимум два дополнительных часа сна или дополнительное время на подготовку к занятиям, что бесценно!»*

Преподаватели также отметили, что отсутствие необходимости приезжать в университет и возможность выполнять часть работы в любое удобное время являются существенными преимуществами дис-

Left Context	Hit	Right Context
нтам, автоматизация задач, экономия	времени	на дорогу, возможность задействовать
ваемых при обычном ритме занятий (время	на дорогу, дополнительные распечатки
учить откуда угодно. Не нужно тратить	время	на дорогу. Можно использовать разли
эляция во время пандемии; экономия	времени	на передвижение от места проживани
ельных часа сна, или дополнительное	время	на подготовку к занятиям, что бесценн
ае чрезвычайных ситуаций. Не уходит	время	на поездку в учебное заведение. Возм
ных видов), соответственно, экономия	времени	на проверку заданий, использование
необходимости рано вставать, тратить	время	и деньги на то, чтобы добраться до ка
ки, и т.д.) Онлайн-обучение экономит	время	и деньги на дорогу до университета, м
чества онлайн-обучения: 1) Экономия	времени	и денег и снижение затрат: никаких по
тудентов занятий возросло. Экономия	времени	и иных ресурсов, затрачиваемых при с
мя 1) гибкость (нет привязки по месту,	времени	и пр) 2) возможность обучаться у лучш
ие листы) 2. Доступность 3. Экономия	времени	и финансов 4. Постоянный доступ к ма

Рис. 3. Контекст использования леммы «врем*»

Fig. 3. Context of using the lemma "tim*"

танционного обучения не только для педагогов, но и для студентов: «Студент и преподаватель могут выбрать любое удобное время для занятий. А если обучение асинхронное, то есть не подразумевает уроков в реальном времени, преподаватель может готовить материал и проверять ответы студентов в любое время».

Экономия времени для части респондентов стала одним из факторов, который делает онлайн-обучение удобным и гибким. Отсутствие привязки как ко времени, так и к местоположению было отмечено несколькими преподавателями: «Студенты могут посещать занятия из любого места, любой страны... Студенты могут оставаться со своими семьями, друзьями и посещать онлайн-классы в то же время».

К существенным и крайне важным преимуществам электронного обучения респонденты отнесли **технические возможности**, которые дает работа с помощью компьютерных или мобильных программ. В первую очередь упоминается возможность размещения и показа мультимедийных ресурсов на цифровых платформах, доступных для студентов и преподавателей как во время синхронного занятия в режиме веб-конференции, так и после него. Видеоматериалы, мультимедийные презентации, показ экрана, чаты и другие онлайн-инструменты, по мнению респондентов, позволили разнообразить занятия, расширить объем наглядной информации,

применить игровые формы обучения, использовать разнообразные формы контроля, то есть расширить **репертуар педагогических стратегий** для ввода новой информации, ее отработки и проверки усвоения. Возможность сохранения файлов, в том числе записей видеолекций, по мнению многих преподавателей, позволила студентам иметь доступ к важной информации в любое удобное для них время, что устранило необходимость повторного объяснения для тех, кто не смог присутствовать на онлайн-занятии в прямом эфире, а также решило проблему с нехваткой мест в аудиториях для больших групп студентов.

Несомненным преимуществом онлайн-обучения в эпоху пандемии стала **безопасность для здоровья**. Хотя этот фактор был отмечен лишь тремя респондентами, по всей видимости, для многих других он был очевиден и поэтому не отмечен.

Некоторые преподаватели обратили внимание на улучшение **качества преподавания**. В связи с этим интересен опыт педагога-медика, который следующим образом обрисовал преимущества дистанционной формы обучения: «Позволил более детально (наглядно) разобрать патогенетические механизмы отдельных заболеваний. Более детально акцентировались на экране синдромы (патологические процессы) в лабораторной диагностике, лучше интерпретировались не только анализы, но и множество рентгеновских снимков, компьютерных

томограмм, так как для лучшей усвояемости можно было рисовать на рентгенограмме, отмечать патологические проявления, отвечать на вопросы с учетом более детальной визуализации».

К важным преимуществам синхронных форм коммуникации в онлайн-курсах также следует отнести **вовлечение в общение студентов**, которые в традиционной аудитории предпочитают не участвовать в дискуссиях. Этот феномен, уже давно отмеченный экспертами дистанционного обучения [22], был выделен микробиологом, доктором наук с двадцатилетним стажем работы, которая в своем ответе написала: «...я заметила, что студенты, отвечая онлайн, меньше стесняются и отмалчиваются. Для них диалог с преподавателем через компьютер становится гораздо проще». Более того, другой респондент связал общительность студентов с условиями виртуальной среды, погружение в которую «может эффективно способствовать устранению психологических барьеров в ситуациях общения в режиме онлайн».

Вместе с тем онлайн-коммуникация, даже при возможности синхронного общения в формате видеоконференции, по оценке многих респондентов данного исследования, не смогла полноценно компенсировать **отсутствие личного контакта** со студентами, которое стало одной из ключевых проблем при работе онлайн. Как мы можем увидеть в таблице, слово «контакт» относится к наиболее частотным. Контекстуальный анализ слова (рис. 4) делает оче-

видным, что процесс преподавания существенно пострадал из-за отсутствия либо личного контакта, либо контакта визуального (зрительного). Участники исследования говорили о том, что при взаимодействии через сеть Интернет теряется живой контакт, становится неочевидной важность харизмы лектора, теряется «личностное (энергетическое) взаимодействие» и отсутствует обратная реакция слушателей, что не позволяет «понять заинтересованность аудитории». Преподаватели также жаловались на трудности в организации групповой работы. Более того, онлайн-коммуникация усложнялась из-за выключенных камер студентов, а также **технических проблем** — плохого качества звука, посторонних шумов и в целом низкого качества интернет-связи.

Удаленная форма обучения существенно затруднила возможность формирования **практических навыков**. «Практика речи — катастрофа, невозможно поддерживать нормальный диалог и обсуждение тем», — написал преподаватель-языковед, ведущий практический курс иностранного языка. Доктор наук, преподающий менеджмент, указал на невозможность обучения экономическому анализу онлайн. Особенно сложно, по всей видимости, пришлось медикам. Один из респондентов так обрисовал отрицательные стороны дистанционного обучения: «Отсутствие контакта с пациентом — невозможно научить собрать анамнез, невозможно научить пропедевтике — постановке рук при пальпации, аускультации. Студент не имеет

Left Context	Hit	Right Context
ой оснащённости. Отсутствует личный	контакт	с обучающимся Отсутствие личного ко
ти площадки не закуплены. Отсутствие	контакта	с пациентом- невозможно научить со
одавателя чаще всего нет визуального	контакта	с учениками. Он не видит их отдачу, не
оторых студентов), отсутствие личного	контакта	со студентами на занятии ввиду возмо
микрофоном, плохо слышно и т. д. Нет	контакта	со студентами, пассивность, незаинтер
зов, а это дорого. Нет эмоционального	контакта	со студентами- трудно понять обратну
кт с обучающимся Отсутствие личного	контакта.	Отдаленность работы. Отсутствие Слож
лайн-курсов б. Отсутствие социальных	контактов	Первое- каждый спикер должен научи
задании и т.п., так как нет визуального	контакта.	Сложно физически находиться перед э
о и меньшей мотивацией, зрительный	контакт	отсутствует, а харизма играет меньшук
углить. Отсутствие непосредственного	контакта	преподавателя со студентами; в некот
живого отклика аудитории, нет живого	контакта,	сложно понять заинтересованность ау

Рис. 4. Контекст использования леммы «контакт*»

Fig. 4. Context of using the lemma "contact*"

возможности осуществить самостоятельно общий осмотр больного. Обучение онлайн не позволяет формировать навыки общения с больными, врачебного осмотра. Студенту сложнее выходить на формирование диагноза. Онлайн сложнее формировать клиническое мышление у студента-медика. Просто показывать стандарты диагностики и лечения недостаточно для этого».

Дистанционное обучение также осложнило контроль знаний студентов. Во-первых, некоторым преподавателям пришлось создавать онлайн-тесты и контрольные с нуля, что увеличило трудозатраты; во-вторых, при отсутствии визуального контакта возникал вопрос самостоятельности ответов у студентов, порой склонных к списыванию. Более того, отсутствие личного контакта означало и недостаток контроля за психологическим состоянием обучаемых, которое, по словам одного из респондентов-филологов, было невозможно оценить по «невербальным паттернам».

В целом респонденты исследования нередко писали в первую очередь об отрицательном влиянии удаленной формы обучения на студентов. Кроме психологического здоровья, преподавателей интересовало также **понижение уровня мотивации** к обучению у студентов, поскольку «такая форма обучения расслабляет из-за отсутствия полноценного контроля со стороны преподавателя; далеко не все студенты могут самоорганизоваться». Сложности были и с иностранными студентами, часть которых уехала домой и вынуждена была подключаться к занятиям в неудобное для них время в связи с существенной разницей между часовыми поясами. Самыми частыми проблемами для студентов, по словам участников исследования, были **технические** — плохой интернет, отсутствие микрофона, невозможность устранить внешние шумы. Вместе с тем ссылки на такие трудности, по-видимому, были отчасти неискренними. Так, на вопрос о негативном опыте работы онлайн в пандемию один из респондентов написал: «*Нежелание студентов работать активно (придумывание “отмазок”, например, “не работает камера / микрофон / плохая связь” и пр.), что печально, так как платформы, такие как Teams, позволяют вести урок на высоком уровне, если студенты проявляют желание включиться в работу*».

Можно предположить, что такие «отмазки» были связаны не только с низкой мотивацией студентов или неумением преподавателя увлечь обучающихся с помощью онлайн-инструментов, но и с объективными проблемами, особенно касающимися здоровья. Сами преподаватели часто говорили о своих **проблемах со здоровьем**, связанных с падением зрения и болями в спине. Хотя никто из респондентов не отмечал психологические проблемы, есть вероятность, что в период пандемии многие находились в эмоционально нестабильном состоянии, испытывали сложности в организации быта семьи, приспособлении к новой реальности, в том числе к новой дистанционной среде преподавания.

5. Заключение

На основе исследования опыта преподавания в онлайн-формате в эпоху пандемии были выявлены как положительные, так и отрицательные моменты. Среди наиболее существенных положительных сторон онлайн-преподавания респонденты выделили:

- экономию времени на дорогу до работы;
- расширение репертуара педагогических стратегий и доступа к наглядным методам представления информации за счет технических возможностей онлайн-платформ;
- вовлечение в активное общение обычно молчаливых студентов;
- безопасность общения в период распространения вирусной инфекции;
- постоянный доступ к ресурсам у студентов.

Вместе с тем преподаватели обозначили и ряд проблемных аспектов:

- ухудшение взаимодействия со студентами при отсутствии личного и (или) визуального контакта;
- технические проблемы со связью;
- трудоемкость, сложность развития практических навыков (особенно требующих физических манипуляций и прямого контакта с другими людьми);
- трудности с эффективным контролем знаний и психологического состояния студентов;
- снижение мотивации у студентов;
- а также проблемы со здоровьем, связанные с продолжительным сидением перед экраном компьютера или телефона.

Показательно, что никто из респондентов данного исследования не отметил проблемы нехватки профессиональных знаний в области применения онлайн-технологий в своей дисциплине. Вместе с тем обозначенные преподавателями отрицательные моменты преподавания в дистанционном формате говорят о существующих пробелах как в профессиональных компетенциях педагогов, так и в технической базе, способной обеспечить полноценный образовательный процесс. Конечно, в период пандемии переход на удаленный формат носил экстренный характер, и меры по обеспечению массового обучения всех уровней обучающихся были внеплановые, а значит, нередко не могли быть полноценными и качественными. Хотя на данный момент вирус COVID-19 существенно снизил свою активность, новые его штаммы и новые вирусы продолжают беспокоить мировое сообщество. В связи с этим вопрос полноценной и плановой цифровизации обучения требует серьезного внимания как со стороны чиновников министерств образования и сотрудников администрации образовательных организаций, так и со стороны педагогов. Исследования последних лет показывают развитие новых технологий, включающих системы искусственного интеллекта, технологии больших баз данных, виртуальной и дополненной реальности, робототехники и симуляционных программ. Однако

скорость проникновения новых технологий в образование, даже в плановом режиме, весьма низкая [6, 23, 24]. Вместе с тем, учитывая опыт периода пандемии, обозначенный в данном исследовании, сегодня очевидно необходимость в повышении профессиональных компетенций и усилении технической базы на уровне стандартных компьютерных и мобильных технологий. На наш взгляд, на сегодняшний день вопрос заключается не в скорейшем внедрении в обучение сверхновых технологий (хотя об этом тоже надо думать), а в качественном доступе и профессиональном использовании тех технологий, которые всем более или менее известны. В первую очередь это относится к многофункциональным системам управления дистанционным обучением, таким как Moodle и Blackboard, а также к программам, позволяющим проводить видеоконференции, легко делиться файлами и демонстрировать мультимедийные презентации и онлайн-материалы (например, Microsoft Teams и Zoom). Сейчас, когда стало очевидно, что пандемия активизировала процессы проникновения цифровых технологий во все сферы общества, включая образование, необходимо использовать наш положительный и отрицательный опыт для максимально эффективной интеграции новых технологий в образовательный процесс. На своем уровне преподаватели могут и должны продолжать расширять методический репертуар, в том числе за счет планомерного и постоянного использования компьютерных и мобильных технологий для преподавания как в традиционном формате, так и в смешанном, и в дистанционном.

Благодарности

Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета («Приоритет-2030»).

Acknowledgements

The work was carried out as part of the implementation of the program of the strategic academic leadership of the Kazan (Volga region) Federal University (“Priority-2030”).

Список источников / References

- Moser K. M., Wei T., Brenner D. Remote teaching during COVID-19: Implications from a national survey of language educators. *System*. 2021;(97):1–15. DOI: 10.1016/j.system.2020.102431
- Hodges C., Moore S., Locke B., Trust T., Bond A. The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educate Review*. 2020. March 27. Available at: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Iyer P., Aziz K., Ojcius D. M. Impact of COVID-19 on dental education in the United States. *Journal of Dental Education*. 2020;84(6):718–722. DOI: 10.1002/jdd.12163
- Chaudhary A. M. Teaching during COVID-19. *Esculapio*. 2020;16(04):1–2. DOI: 10.51273/esc20.25164.guesteditorial
- Manca F., Meluzzi F. Strengthening online learning when schools are closed: The role of families and teachers in supporting students during the COVID-19 crisis. *OECD*. 2020:1–14. Available at: https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=136_136615-o13x4bkowa&title=Strengthening-online-learning-when-schools-are
- Markson C., Forman K. A case study in online teaching and learning excellence as a result of COVID-19. *New York Academy of Public Education Research Journal*. 2020;9(1):36–41. Available at: <https://nyape.org/wp-content/uploads/2020/12/NYAPE-research-journal-2020.pdf>
- Sims S. K., Baker D. M. Faculty perceptions of teaching online during the COVID-19 university transition of courses to an online format. *Journal of Teaching and Learning with Technology*. 2021;(10):337–353. DOI: 10.14434/jotlt.v9i2.31621
- Sadykova G., Khalitova L., Kayumova A. Maintaining bilingualism through technologies: The case of young Russian heritage learners. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*. 2021;17(3):101–109. DOI: 10.20368/1971-8829/1135476
- Leech N. L., Gullett S., Cummings M. H., Haug C. A. The challenges of remote K-12 education during the COVID-19 pandemic: Differences by grade level. *Online Learning Journal*. 2022;26(1):245–267. DOI: 10.24059/olj.v26i1.2609
- Voices from the classroom 2021: A Survey of America’s Educators. *Educators for Excellence*. 2021:1–116. Available at: https://e4e.org/sites/default/files/teacher_survey_2021_digital.pdf
- König J., Jäger-Biela D. J., Glutsch N. Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: Teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *European Journal of Teacher Education*. 2020;43(4):608–622. DOI: 10.1080/02619768.2020.1809650
- Joseph D., Trinick R. ‘Staying apart yet keeping together’: Challenges and opportunities of teaching during COVID-19 across the Tasman. *New Zealand Journal of Educational Studies*. 2021;56:209–226. DOI: 10.1007/s40841-021-00211-6
- Chen K., Chen Y., Ling Y., Lin J. The individual experience of online chemistry teacher education in China: Coping with COVID-19 pandemic. *Journal of Chemical Education*. 2020;97(9):3265–3270. DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c00581
- Rovai A. P. A preliminary look at the structural differences of higher education classroom communities in traditional and ALN courses. *Journal of Asynchronous Learning Networks*. 2002;6(1):41–56. DOI: 10.24059/olj.v6i1.1871
- Shea P., Li C. S., Swan K., Pickett A. Developing learning community in online asynchronous college courses: The role of teaching presence. *Journal of Asynchronous Learning Networks*. 2005;9(4):59–82. DOI: 10.24059/olj.v9i4.1779
- Fuisting B., Lafleur L., Andrews R., Raichura T., Fusco W. Lessons learnt from ERT: An EAP case study at a Japanese university. *Cases on Teaching English for Academic Purposes (EAP) During COVID-19: Insights From Around the World*. Pennsylvania: IGI Global; 2022:100–131. DOI: 10.4018/978-1-6684-4148-0.ch005
- Barton D. C. Impacts of the COVID-19 pandemic on field instruction and remote teaching alternatives: Results from a survey of instructors. *Ecology and Evolution*. 2020;10(22):12499–12507. DOI: 10.1002/ece3.6628
- Maican M.-A., Cocoradă E. Online foreign language learning in higher education and its correlates during the COVID-19 pandemic. *Sustainability*. 2021;13(2):781. DOI: 10.3390/su13020781
- Arora A. K., Srinivasan R. Impact of pandemic COVID-19 on the teaching – learning process: A study of higher education teachers. *Prabandhan: Indian Journal of Management*. 2020;13(4):43–56. DOI: 10.17010/pijom/2020/v13i4/151825
- Kamal M. I., Zubanova S., Isaeva A., Movchun V. Distance learning impact on the English language teaching during COVID-19. *Education and Information Technologies*. 2021;(26):7307–7319. DOI: 10.1007/s10639-021-10588-y
- Plotka R., Guriguis R. A. Lessons learned during the COVID-19 health crisis. *New York Academy of Public Education Research Journal*. 2020;9(1):29–35. Available at: <http://>

nyape.org/wp-content/uploads/2020/12/NYAPE-research-journal-2020.pdf#page=42

22. Yanguas Í., Flores A. Learners' willingness to communicate in face-to-face versus oral computer-mediated communication. *Jalt Call Journal*. 2014;10(2):83–103. Available at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1107928.pdf>

23. Baig M. I., Shuib L., Yadegaridehkordi E. Big data in education: A state of the art, limitations, and future research directions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2020;171–23. DOI: 10.1186/s41239-020-00223-0

24. Elmqaddem N. Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality? *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2019;14(3):234–242. DOI: 10.3991/ijet.v14i03.9289

Информация об авторах

Садькова Гульнара Василевна, канд. филол. наук, Ph.D., доцент, доцент кафедры романо-германской филологии, Институт филологии и межкультурной коммуникации, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1868-8336>; *e-mail*: gsadykov@kpfu.ru

Северьянов Олег Иванович, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономической теории и эконометрики, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-3803-7338>; *e-mail*: Oleg.Severyanov@kpfu.rufu.ru

Information about the authors

Gulnara V. Sadykova, Candidate of Sciences (Philology), Ph.D., Docent, Associate Professor at the Department of Romance and Germanic Philology, Institute of Philology and Intercultural Communication, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1868-8336>; *e-mail*: gsadykov@kpfu.ru

Oleg I. Severyanov, Candidate of Sciences (Economics), Docent, Associate Professor at the Department of Economic Theory and Econometrics, Institute of Management, Economics and Finance, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, The Republic of Tatarstan, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-3803-7338>; *e-mail*: Oleg.Severyanov@kpfu.ru

Поступила в редакцию / Received: 23.08.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 11.11.22.

Принята к печати / Accepted: 15.11.22.

DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-83-91

STUDENTS' RESOLUTIONS OF SOME PARADOXES OF INFINITY IN THE LENS OF THE GROSSONE METHODOLOGY

L. Nasr¹ ✉¹ *Lebanese University, Beirut, Lebanon*✉ Laylanasr1@hotmail.com

Abstract

In the article, students' responses to some classical paradoxes related to infinity were investigated by considering the traditional methods and later by considering a new methodology for dealing with infinity (grossone methodology) which was introduced to them briefly. Eleven students of grade 12 participated in this study.

In phase 1, the students (who study in the traditional methods) provided their intuitive resolutions to three paradoxes of infinity. In phase 2, the students were introduced to the grossone methodology after which they were asked to resolve the same paradoxes using this methodology in phase 3. After being presented by the normative and the grossone-based resolutions, the students reflected on them in writing.

Results of this study showed that students' intuitive solutions were similar to grossone-based solutions of the three considered paradoxes. Therefore, the students accepted those solutions.

This study shows the relevance of using an alternative method, which is the grossone methodology, in order to simplify resolutions of some paradoxical situations with infinity for undergraduate students.

Keywords: APOS theory, grossone methodology, Infinity, paradoxes of infinity.

For citation:

Nasr L. Students' resolutions of some paradoxes of infinity in the lens of the grossone methodology. *Informatics and Education*. 2023;38(1):83–91. DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-83-91

РАЗРЕШЕНИЕ СТУДЕНТАМИ НЕКОТОРЫХ ПАРАДОКСОВ БЕСКОНЕЧНОСТИ В ОБЪЕКТИВЕ МЕТОДОЛОГИИ ГРОССУАНА

Л. Наср¹ ✉¹ *Ливанский университет, г. Бейрут, Ливан*✉ Laylanasr1@hotmail.com

Аннотация

В статье описан опыт применения нового математического языка (методология грассуана) в работе со старшими школьниками. В эксперименте приняли участие одиннадцать учащихся 12 класса средней школы в Ливане. Им было предложено решить классические парадоксы бесконечности двумя способами: традиционным и новым (методология грассуана).

На первом этапе школьники, которые учатся по традиционной программе, предложили интуитивные решения трех парадоксов бесконечности. На втором этапе они изучили новый математический термин (грассуан), после чего (на третьем этапе) разрешили те же парадоксы, используя новую методологию. Затем учащиеся сравнили результаты своих решений письменно.

Результаты этого эксперимента показали, что, используя грассуан, школьники смогли решить парадоксы бесконечности (полностью или частично), а интуитивные решения учащихся были аналогичны решениям трех рассматриваемых парадоксов с применением грассуана (поэтому школьники сочли их убедительными). Новый математический язык показал свою эффективность не только в решении вопросов бесконечности, но и в попытках шагнуть за пределы освоения математических понятий по теории APOS.

Данное исследование показывает актуальность использования альтернативного метода объяснения парадоксов бесконечности, которым является использование грассуана, для школьников и студентов младших курсов.

Ключевые слова: теория APOS, методология грассуана, бесконечность, парадоксы бесконечности.

Для цитирования:

Наср Л. Разрешение студентами некоторых парадоксов бесконечности в объективе методологии грассуана. *Информатика и образование*. 2023;38(1):83–91. (На англ.) DOI: 10.32517/0234-0453-2023-38-1-83-91

1. Introduction

Paradoxes have occupied the human mind so long and the concept of infinity is strongly correlated to many mathematical paradoxes. Exploring the infinite has led to several paradoxes and, conversely, paradoxes related to infinity have paved the way to exploring infinity.

During the 5th century B.C., the Greek philosopher Zeno presented several paradoxes of infinity. For instance, he proposed that in order to move a certain distance, one has to cut half the distance first. Again, in order to cut half the distance, one has to cut half of it, then half of the remaining distance and so on... which implies that motion is impossible! Another paradox considers a race between the Achilles and the tortoise. The tortoise was given a head start. Zeno argued that the Achilles can never reach the tortoise, since by the time the Achilles reaches the point where the tortoise was, the tortoise will have got further [1].

Many are the studies that highlighted how the human mind deals with paradoxes and analyzed them [2–6]. Some studies went further by considering paradoxes as an educational tool through which infinity would be explored [7, 8]. The aim of this study was to check the efficiency of a new methodology: “grossone methodology” [9] in helping the students to cope with paradoxical situations involving infinite iterations. This required an analysis of students’ responses to certain paradoxes related to infinity by using the grossone methodology and analyzing their responses when traditional methods were used, after which a comparison of their arguments using the two methods was promoted.

To make it clear, this study raised questions of how would twelfth graders deal with paradoxical situations related to infinity? How would they deal with the same situations using the grossone methodology?

2. Related literature

Paradoxes of infinity are the core of many studies related to infinity. This could be due to the importance of infinite processes in the undergraduate mathematics curriculums (sequences, series, limits...). E. Dubinsky et al. affirmed the beneficial effect of paradoxes in investigating conceptions of infinity [3, 4]. They claimed that through using the mental mechanisms: *interiorization* and *encapsulation*, one might be able to resolve an infinite iterative process paradox. In a more specific study, E. Dubinsky et al. observed how students think about the “Tennis Ball Problem” which involves coordination of three infinite iteration processes [5]. They provided an APOS analysis of the mental constructions needed to solve the problem. Results of this study showed that only one out of fifteen students was able to provide a correct mathematical solution for this problem.

E. Fischbein [6] pointed out that the problem in Zeno’s paradoxes lies in the spatial interpretation of time and motion which are not infinitely divisible. He showed that the solutions of Zeno’s paradoxes are

psychological rather than mathematical. D. Tirosh [10] considered that the contradictions faced by students regarding infinite sets could raise students’ awareness of the importance of the formal definitions in mathematics. Aligning with her study, N. Movshovitz-Hadar & R. Hadass [7] found out that engaging students in solving paradoxes would develop a cognitive conflict that could result in construction of new cognitive structures. Moreover, they pointed out the importance of paradoxes in provoking discussions which serve in developing students’ mathematical thinking.

A. Mamolo & R. Zazkis [8] used paradoxes as a research tool in order to investigate students’ understanding of infinity before and after instruction on cardinality equivalences. Results showed a slight change in students’ intuitive approach when dealing with contexts related to infinity after instruction. A. Mamolo & R. Zazkis recommended an instructional approach that helps students to separate their intuitions from formal considerations. Moreover, A. Mamolo & R. Zazkis observed students’ appeal to process conceptions of infinity and resistance to the actual one. This result is compatible with the results of numerous studies done on conceptions of infinity.

As it is clear from the literature review, introducing paradoxes to undergraduate students is of great importance. On the other hand, the results also show that most undergraduate students are not able to cope with paradoxical situations even after getting some special instruction. A consequence of such experiences could be negative beliefs of infinity as well as feelings of fear or unease when dealing with infinity [11]. So one would think of trying to approach paradoxes related to infinity by using a different method which involves convincing arguments for undergraduate level students.

3. Theoretical background

In this section, we present the theoretical framework in which the results were studied and analyzed.

3.1. The APOS theory

The APOS theory, devised by E. Dubinsky & M. A. McDonald [12], is a constructive theory of learning that is based on Piaget’s theory of reflective abstraction. It is suitable for undergraduate level studies and provides a deep insight on the formation of mathematical concepts in individuals’ minds. According to E. Dubinsky & M. A. McDonald, when an individual is faced with a problem situation, s/he uses mental mechanisms like *interiorization*, *coordination*, and *encapsulation* in order to construct mental structures that help in making sense of the situation. These mental structures are termed as actions, processes, objects, and schemas. Actions refer to the transformations that are triggered by memory or step-by-step instruction. Processes require transformations that take place in the mind without explicit execution of the steps. When the process is viewed as a totality in which transformations can be applied to it, the individual will have reached the object

level. This happens through encapsulating the process into a cognitive object. The collection of the actions, processes, and objects of a certain mathematical concept form a schema which serves as a framework that can be used in problem situations involving this mathematical concept [12].

E. Dubinsky et al. [4] suggested an APOS analysis of the concept of infinity. They proposed that a process thinking of the infinite refers to an understanding of potential infinity. This is the case when an individual interiorizes infinity to a process that is endless without carrying out the steps explicitly. On the other hand, they related an object thinking of infinity to the understanding of actual infinity. In this case, the individual should have the ability to envision the whole process as a totality and encapsulate it to a cognitive object.

3.2. A brief introduction to the Arithmetic of Infinity

The *Arithmetic of Infinity*, introduced by Yaroslav Sergeyev* in 2003 [9], provides a new way of dealing with infinity and the infinitesimals. The main principle of this methodology is the separation between the mathematical objects and the numeral systems representing them [9, 13, 14]. Unlike the traditional view which considers that the complications related to infinity are a result of its abstract nature, Ya. Sergeyev argues that it is a result of our inability to distinguish between its different sizes [14]. He claims that if we use a sharper lens which allows us to see these distinctions, some complications related to infinity will vanish.

In order to illustrate his idea, Ya. Sergeyev considers a numeral system used by an Amazonian tribe called “Pirahã” [15]. The Pirahãs use a poor numeral system for counting which consists only of: one, two, and many. By using this weak numeral system, they are unable to distinguish, make comparisons or perform computations for quantities that are greater than two. Analogously, the numeral system we work with, is suitable at the level of finite numbers, but does not allow distinctions between different infinities and infinitesimals. For this reason, we need a sharper lens to allow these distinctions. In order to exemplify this analogy, let us exchange the ‘many’ of the Pirahã’s with “ ∞ ”.

For instance,

“many” + 1 = “many”, “many” + 2 = “many”,
“many” + “many” = “many”.

By exchanging “many” with “ ∞ ”, we arrive at relations that are used in the traditional calculus:

$$\infty + 1 = \infty, \infty + 2 = \infty, \infty + \infty = \infty.$$

* Ya. D. Sergeyev, Ph.D., Doctor of Science (Physics and Mathematics), Distinguished Professor, Head of Numerical Laboratory, Department of Computer Engineering, Modelling, Electronics and Systems (DIMES), University of Calabria, Cosenza, Italy; Professor at the Department of Mathematical Software and Supercomputing Technologies, Lobachevsky State University, Nizhny Novgorod, Russia; Research associate, Social And Complex Data Intelligence (SCDI), Institute of High Performance Computing and Networking of the National Research Council of Italy, Rende, Italy. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1429-069X>; e-mail: yaro@dimes.unical.it

The situation is similar when it comes to indeterminate forms:

“many” – “many” is indeterminate since there is no fixed value of the “many”.

By exchanging “many” with “ ∞ ”, we reach at the indeterminate form: “ ∞ ” – “ ∞ ”.

The *Arithmetic of Infinity* introduces a new infinite unit called “grossone” and denoted by $\textcircled{1}$.

$\textcircled{1}$ is the number of elements of the set of natural numbers, hence, $\forall n \in \mathbb{N}, n \leq \textcircled{1}$.

$\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots, \textcircled{1} - 3, \textcircled{1} - 2, \textcircled{1} - 1, \textcircled{1}\}$ where $\textcircled{1} - 3, \textcircled{1} - 2, \textcircled{1} - 1$, and $\textcircled{1}$ are infinite numbers that belong to the set of natural numbers.

$\textcircled{1} + 1, \textcircled{1} + 2, \dots$ are infinite numbers that are not elements in set \mathbb{N} .

An extended set of natural numbers is as follows:

$$\widehat{\mathbb{N}} = \{1, 2, 3, \dots, \textcircled{1} - 1, \textcircled{1}, \textcircled{1} + 1, \textcircled{1} + 2, \dots, 2\textcircled{1}, 2\textcircled{1} + 1, \dots, \textcircled{1}^2 - 1, \textcircled{1}^2, \textcircled{1}^2 + 1, \dots\}$$

The infinitesimals are the inverses of $\textcircled{1}$ -based infinite numbers.

It is postulated that the arithmetical properties that hold for finite numbers hold for $\textcircled{1}$ -based numbers [13].

An important contribution to the $\textcircled{1}$ -based methodology is that it allows representing infinite and infinitesimal numbers in a positional numeral system with infinite radix which is an extension of the system in base ten. Therefore, writing a number in base $\textcircled{1}$ could be done in an analogous way to that of base 10. For instance, $2\textcircled{1} + 1$ corresponds to the base $\textcircled{1}$ record:

$$2\textcircled{1}^1 + \textcircled{1}^0 [13].$$

In addition, using the grossone numeral system, one can perform computations involving finite, infinite and infinitesimal quantities providing accurate results which is not the case when using traditional methods. For instance [13],

$$3(\textcircled{1} - 1) - 2(\textcircled{1} + 4) = 3\textcircled{1} - 3 - 2\textcircled{1} - 8 = \textcircled{1} - 11.$$

We point out that a computing software especially designed for working numerically with grossone-based numbers, has been developed. It is called “*the Infinity Computer*” [14, 17].

Furthermore, using this methodology would eliminate many indeterminate forms and paradoxical situations some of which will be shown in this paper**.

In order to clarify his idea, Ya. Sergeyev presents an example of counting the number of grains in a granary [14]. Due to our inability to count the grains one by one, people use sacks and fill them with seeds and count the number of sacks (it is supposed that all sacks can contain the same unknown number of seeds). If there are too many sacks, and we are not able to count using only elementary units of counting (seeds), motor lorries

** For detailed information visit: <https://theinfinitycomputer.com>

or train wagons are used (again, it is supposed that all motor lorries can contain the same unknown number of sacks, etc.). Though the number of seeds in each sack is unknown, yet we can register any change to the nearest one seed. For instance, the granary contains 12 wagons, 49 trucks, 56 sacks and 123 seeds. If we add one seed or remove 2 trucks for example, we can detect the increment or decrement. The example of the granary refers to a finite situation in which we are not able to count. Nonetheless, we can extrapolate the idea of introducing an unknown yet fixed value to the infinite case. Linking with ①, we can say that the set of natural numbers is a sack that contains ① elements.

It should be noted that this methodology has been widely applied in many branches of mathematics and computer sciences [9, 13, 14, 18–30]. Several studies showed that this methodology is consistent and non-contradictory [31, 32]. Moreover, this method has proved its efficiency in several pedagogical studies [11, 33–35, 36].

3.3. Paradoxes of infinity

In this section, we consider three well-known paradoxes of infinity: Galileo’s paradox, Hilbert Grand Hotel paradox and the Ping-pong ball conundrum. The paradoxes are presented. Their resolutions are presented in two ways: the traditional methods and the grossone method.

3.3.1. Galileo’s paradox

Galileo’s paradox refers to the bijection established between the set of natural numbers and its squares. Of course, this result is paradoxical since for any natural number, one can associate a corresponding square, yet on the other hand, there are more natural numbers than squares. A similar paradoxical situation arises when establishing a bijection between the set of natural numbers and the set of even numbers [28].

1	2	3	4	...
↓	↓	↓	↓	
2	4	6	8	...

In this study, we will consider comparing the set of natural numbers and that of even numbers. According to the traditional set theory, both sets are countable of the same size, which is \aleph_0 .

Now we present the situation from the grossone point of view:

We recall that the number of elements in set \mathbb{N} is ①.

$$\mathbb{N} = \{ 1, 2, 3, 4, \dots, \frac{①}{2} - 1, \frac{①}{2}, \frac{①}{2} + 1, \dots, ① \}$$

The set of even numbers:

$$\mathbb{E} = \{ 2, 4, 6, 8, \dots, \frac{①}{2} - 2, \frac{①}{2} \}$$

1	2	3	4	...	$\frac{①}{2} - 1$	$\frac{①}{2}$
↓	↓	↓	↓		↓	↓
2	4	6	8	...	$① - 2$	$①$

As illustrated above the count of the even numbers is $\frac{①}{2}$. Comparing both methods, one can see that the *Arithmetic of Infinity* allows expressing infinite numbers, which gives an insight of the last element in both sets and thus allows an accurate comparison of the two sets. According to Ya. Sergeyev [28], this result doesn’t contradict the traditional result; it only uses a sharper lens to envision the situation. Analogously, the Pirahās would say that a set of 5 objects and another of 10 objects are both of the same size, which is “many”. This is a correct but imprecise answer.

3.3.2. The Hilbert Grand Hotel paradox

A grand hotel that has infinitely many rooms has no vacancy. How can a new guest be accommodated in this hotel knowing that only one person is allowed per room?

One of the traditional ways to solve this paradox is to have the person in room 1 move to room 2 and the person in room 2 to move to room 3 and so on. This can be done since the hotel has infinitely many rooms. In this manner, room number 1 will be available for the new guest. In an analogous way, the result can be generalized and the Hilbert Grand Hotel can accommodate countably infinite number of new guests.

Now we present the same paradox by using the *Arithmetic of Infinity* methodology. We may suppose that the hotel has ① rooms, since the number of rooms of the hotel is countable. If the guest in room number 1 moves to room number 2 and the guest in room number 2 moves to room number 3, and so on ..., then the guest in room number ① will be out of the hotel since the hotel contains ① rooms. This is parallel to what happens in finite cases and so this paradox is no more a paradox [28]!

It should be noted that the traditional approach and that of the *Arithmetic of Infinity* are not contradictory. Both display the same result (it is possible to give the newcomer room number 1) with the difference that ①-based method goes further by showing what would happen to the guest in the last room, which is not visible traditionally [28].

According to F. Caldarola et al. [30], Hilbert’s paradox of the Grand Hotel brings about many *semantic problems* and queries of a *logical nature*. In their debate, they considered as an example the word “full” which means in the common used language that there is no possibility to add more. Approaching this same paradox by using grossone methodology, such conflictions no more exist since if the hotel is filled with grossone guests, then no more guests can be accommodated.

3.3.3. The Ping-Pong ball conundrum

Consider having an infinite set of Ping-Pong balls that are numbered 1, 2, 3, You have to place the first ten balls in a huge barrel and then remove ball number 1. Next, you have to place balls numbered 11 to twenty in the barrel and then remove ball number 2. The same procedure is to be repeated over and over again. At the

end of the experiment how many Ping-Pong balls are left in the barrel?

In this paradox there are two infinite iterations taking place: the balls going into the barrel and the balls going out of the barrel. Since the balls are numbered then both sets of in-going and out-going balls can be put into a one-to-one correspondence with the set of natural numbers. These correspondences assure that at the end of the experiment, the barrel would be empty. The paradox lies in that there are more balls going in than there are balls going out, yet at the end of the experiment the barrel is empty!

Resolving this paradox using the ①-based method, there are ① Ping-Pong balls (the balls are numbered). In every step of the experiment, there are 9 balls in and one ball out of the barrel. This means that the whole procedure, will be done in ①/10 stages. It is clear that at the end of the experiment, there will be 9①/10 balls in the barrel and ①/10 balls out [16].

The grossone-based solution enables us to know at the last stage, the number of balls inside and outside the barrel in terms of ①. This result is compatible with computations done with finite numbers, so the paradox no more exists!

It is noted that the original version of the paradox requires the experiment to be done in exactly one minute, starting from 30 seconds for the first stage, and considering half of the remaining time for each of the following stages successively. But in order to make the paradox simpler, we have chosen not to consider the time iterations.

4. Methodology

In this section, we describe the methods used in this study as well as the sample and means of analyzing the results.

4.1. Sample and setting

A group of 11 grade 12 students (general sciences section*) were chosen arbitrary from an official secondary school in Lebanon (Ain-Zahalta). The study was implemented at the beginning of the academic year 2021/2022. General sciences students were chosen for the study, since they get exposed to topics related to infinity in classical methods (limits, sequences, improper integrals...)**. But since the study was done at the beginning of the year, students' direct experiences with infinity were restricted to study of limits of functions.

4.2. Method

In the first phase of the study, the students were introduced to each of the paradoxes (Galileo's paradox, Hilbert's Grand Hotel and the Ping-pong ball conundrum) in the traditional way, without any mention of grossone. The paradoxes were presented in increasing order of complexity. After that, the students were

asked to work individually and write down their arguments. For each paradox, after they handed in their solutions, the normative solution was presented, and the students were asked to jot down their reflections on it.

Phase 2 of the study involved an introductory session (an hour) of "The Arithmetic of Infinity"***. The methodology was explained in brief since teaching its details are out of the scope of this study. The instruction included introducing the grossone as the number of elements of the set of natural numbers. The illustrations and examples provided by Ya. Sergeyev (Pirahās' numeral system and the granary example) were explained to the students. In addition, the instruction included writing infinite numbers in grossone-based system and performing basic arithmetical operations with infinite numbers and infinitesimals. Particularly, the *Arithmetic of Infinity* was explained in the same way as it was introduced in this paper (see 3.2).

In the third phase, the students resolved the three paradoxes used in phase 1 but this time using the new methodology introduced to them. Each student provided a written response to the paradoxes.

For each paradox, the solution using grossone methodology was presented and again the students wrote their reflections individually.

As an illustration of the Hilbert's Grand hotel paradox, an interesting animation of it was played****.

The data of this study was collected from the written responses provided by the students before and after being exposed to the new methodology.

5. Results

In this section we present and analyze students' responses to the three paradoxes before and after being introduced to the grossone methodology, as well as their reflections on both the normative solutions of the paradoxes and then the grossone-based solutions.

5.1. Results by using traditional methods

5.1.1. Results of Galileo's paradox

It was no surprise that 10 out of 11 students considered that there are fewer even numbers than there are natural numbers, specifying that it is equal to half. The students used part-whole methods in their arguments. Some of them even used a finite example as evidence and extrapolated the result to the infinite case. One of the students drew a Venn diagram showing that the set of even numbers is embedded inside the set \mathbb{N} .

One student wrote: " $\mathbb{N} = \mathbb{E} + \mathbb{O} \Leftrightarrow \mathbb{E} = \mathbb{N} - \mathbb{O}$, but $\mathbb{E} = \mathbb{O}$ so $\mathbb{E} = \frac{\mathbb{N}}{2}$, where \mathbb{E} represents the number of evens, \mathbb{O} the number of odds", — which shows that the intuitive thinking of sizes of infinite sets is similar to that used in finite cases.

* General sciences section refers to mathematics-majored class in the Lebanese curriculum.

** For more details, check: <http://www.crdp.org>

*** The content of the Introduction to the method was simulated from: <http://www.numericalinfinities.com>

**** Animation available at: <http://theinfinitycomputer.com>

Only one student considered that the two sets have the same number of elements. She wrote: “...although there are missing numbers in the set of even numbers like 3,5,7... but numbers are so many, they don't end. We can keep going on and on. So we can say that the two sets are equal in number of elements but their values are different”.

This student shows a conception of the process of adding more and more elements to both sets at the same time endlessly. This answer shows that the student visualizes an endless process, having a conception that infinity is of one size so if the two sets are infinite, they should be equal in size. This conception was termed by F. M. Singer & C. Voica [37] as “single infinity”.

5.1.2. Results of Hilbert's Grand Hotel paradox

A common reaction among all the students was criticizing the paradox. Most students argued that there can't be infinite number of people since the people on earth are no more than 7,8 billion, so the new guest will have a room for sure. It was noticed that though the students criticized the idea of infinite people, they didn't find the idea of infinite hotel impossible. This result is compatible with that found in [8]. Only one student pointed out this idea. He wrote: “An infinite hotel is impossible since the rooms will reach a size bigger than the earth itself. Maybe they could make layers on top, but it would exceed the earth's atmosphere and there will be no oxygen on the higher rooms”.

Some students found the idea that a hotel is infinite and full at the same time very conflicting. They argued that if the hotel is infinite, then it can't be full. This shows the dominance of the process thinking of infinity that most students possess. They cannot envision the hotel as an entity in order to think of it as full or not. APOSly talking, encapsulating the process is a necessary step that enables one to figure out the wholeness of the process which yields to an object in which actions and other processes could be applied.

Aligning with the results in [8], most students gave non-mathematical arguments. One student argued that the rooms could be not available due to maintenance issues or they may be still under construction. Another student suggested dividing a big room to two.

The process thinking (which refers to process level of APOS) was central in almost all the arguments provided by the students. We present some of them:

- “The hotel cannot be full since we can add more and more rooms”;
- “If we want to find a room for the new visitor, it will take days or even years to reach this room”;
- “We know that infinity has no end...”;
- “Infinity doesn't stop”.

A student argued that if the rooms are infinite then there should be infinite keys so the new guest should be able to get a key. But he was stuck in finding the number of the last room. He wrote: “We don't know the number of the last room occupied since it is infinite. Infinity

+1 = infinity. We can't know what happens at infinity”. It is noticeable that this student was the only one who talked about the last room and also the only one who used mathematical arguments in his answer. Despite his attempt to encapsulate the process and view it as a totality (which is an APOS level between the process and the object) (see [38]), the traditional methods he had learned (infinity + 1 = infinity) were not enough for him to figure out the situation. His sentence: “We can't know what happens at infinity”, — is an evidence of the need of a lens that is sharper than the one used in the traditional methods.

5.1.3. Ping-Pong balls conundrum

Most students approached the problem by considering a finite case and extrapolating it to the case of infinity. This is similar to the way they have approached Galileo's paradox. For instance, a student wrote: “In the first stage 1 to 10 balls are placed in, then we remove ball number 1. We still have 9 inside the barrel. In stage 2, 18 balls in and we remove ball number 2. So we have 2 balls out. In stage 3, 27 balls in and 3 out... Multiples of 9. Let n be the number of the balls, then $n - (n/10)$ are the balls in the barrel. If $n \rightarrow \infty$, we get $\infty - \infty$ which is indeterminate”.

At first, when the student was explicitly writing the number of balls in and those out in each stage, he was thinking at the action level. Then he realized that as the process continues, a multiple of nine balls is inside the barrel without executing each stage, which refers to process level of the APOS theory. The student then was not able to figure out the completeness of the process which yields to the construction of the final object. The last part of his argument shows that the usage of the traditional methods he had learned led to an indeterminate form in which he couldn't do anything about it. So, he was stuck and stopped at this point. Here again, students' answers show the need for a more accurate instrument in visualizing infinite numbers and determining the indeterminate cases.

Other answers:

- “ $\infty - \infty/10$. We cannot count them; it is impossible to finish putting in the balls because they are infinite”;
- “We cannot calculate the exact number because the number of balls is infinite. But we know that the number of balls in the barrel is nine times the number of balls out and the number of balls out equal the stages in which we repeat the experiment”;
- “We cannot determine the number of balls in or those out. They are both infinite, but the infinity of the balls in is larger than the infinity of those out”.

The answers provided by the students share a common idea, that there is infinity of balls inside and outside the barrel, and that the infinite balls inside are much more than those outside the barrel. Some of the students provided a fixed ratio between the balls in and those out. Here the students showed a conception of different sizes of infinity. Moreover, responding that the process

cannot be finished, reveals a process conception and a difficulty in viewing the totality of the whole process.

It is noted that the same student who had a conception of a single infinity regarding Galileo's paradox showed a conception of different sizes of infinity in this paradox! The reason could be the context in which the infinity is presented. In Galileo's paradox, numbers (which are abstract) were the object under study, whereas Ping-pong balls are objects found in real life. The result that the conceptions of infinity are affected by the context in which infinity appears, was also shown in [39].

It is also interesting that the students didn't criticize the infinite number of balls and a barrel that could contain them, unlike their objection about infinite number of guests in the Hilbert Hotel's paradox! This is compatible with the findings in [8].

5.2. Results using Arithmetic of Infinity

After the brief introduction of the *Arithmetic of Infinity* methodology, the students were asked to resolve the three paradoxes according to this methodology. An interesting result was that all the 11 students were able to resolve Galileo's paradox correctly. This maybe because the solution of this paradox using grossone is the same as their own solutions in phase 1.

Eight out of eleven students were able to solve correctly the Hilbert's Grand Hotel paradox using grossone methodology. It is noted that the students kept on criticizing this paradox even after the normative and the grossone solutions were provided. They continued to argue about the impossibility of infinite guests. Similarly, in [8], the students found the normative solution impractical and not realistic.

The Ping-Pong ball conundrum is the most complex paradox among the three paradoxes considered since it requires coordination between two infinite iterative processes. Six students out of the 11 were able to provide a correct solution by considering the grossone methodology, which is considered a good result in accordance to its complexity. It is noted that 3 students out of the 6 who gave correct answers provided the number of balls that will be out of the barrel at the end of the experiment, though the number of balls left inside the barrel was required. Maybe those students found it easier to count the number of balls out of the barrel since it is equal to the number of stages performed. But after asking them individually about their response, it was easy for them to tell the number of balls inside the barrel at the end of the experiment as well. So, their answers were considered correct. It was observed that all the students except one, who were able to solve the Ping-Pong ball conundrum were those who solved the Hilbert hotel paradox correctly. This result is no surprise since the paradoxes were presented in increasing order of complexity.

It is noted that, by posing a last element to the set of natural numbers, the *Arithmetic of Infinity* aided the students in thinking of the totality of the set and provide the answer accordingly, rather than focusing on the process that doesn't end.

6. Reflections on the solutions of the three paradoxes

After both solutions (the traditional and the grossone-based) were presented, the students reflected on them in writing. Their arguments are summarized in this section.

6.1. Galileo's paradox

Ten out of eleven students were not convinced by the normative solution. They insisted on their answers. Some of them used finite examples to show that the solution doesn't work and extended the result to the infinite case. One student used the *proof by contradiction method* by showing that there are elements in \mathbb{N} which are not in the set of even numbers so they cannot be of same size.

One student used an example to illustrate her idea: *"If we consider that the natural numbers are people and the even numbers chairs. We want to give each person a chair. The number of people is the double of the number of chairs, so we will not be able to seat all the people, even if they are infinite"*.

Another response: *"The problem is that we don't know what happens at infinity so we cannot tell if this solution is right or wrong"*.

The students found the *Arithmetic of Infinity* method convincing, since the answer of the paradox using this method is the same as their intuitive answers. Only one student was still suspicious about posing a last element of set \mathbb{N} , which is infinite.

6.2. Hilbert's Grand Hotel paradox

Nine out of the 11 students were totally convinced by the grossone-based solution. One of the students found both methods not convincing. She argued that the paradox itself doesn't make sense, since an infinite hotel is impossible as well as an infinite number of guests. She also criticized the grossone method for labeling a last room of an infinite hotel.

Another student was not convinced by the grossone method. According to him, not only one guest can be accommodated but also 10 million, since infinity has no end and talking about a last room is not possible. This student neglected the fact that the hotel is full in his reasoning and still show a conception of a non-ending process. But this same student was convinced by the grossone-based solution of Galileo's paradox! This asserts that students' conceptions are altered according to the context in which infinity is considered.

6.3. Ping-pong ball conundrum

As it is shown above, the students' intuitive solution of this paradox is similar to the grossone-based solution. Almost all the students were convinced by it. Even the students who were not able to provide the correct solution in grossone terms, were persuaded by it. Only one student rejected the grossone methodology (same student who rejected it in the two previous paradoxes). But still, this student was not convinced by

the normative solution either. She believes the number of balls in the barrel would be infinite at the end of the experiment but rejected specifying it in the grossone method.

7. Conclusions

The results of this paper regarding the traditional methods are similar to those found in previous research on paradoxes [3–5, 8, 39]. For instance; the confusions faced by students, the frustration and escaping to non-mathematical solutions, thinking at the process level and failing to encapsulate the process, showing different conceptions of infinity depending on the given context (mathematical or real life situation), rejection of the normative solutions of paradoxes related to infinity. However, this study added to the literature the effect of the *Arithmetic of Infinity* method on students' approaches, arguments, and solutions to paradoxical cases involving infinity as well as their reflections and points of view to both the normative and the grossone-based resolutions.

Before being introduced to the grossone methodology, grade 12 students were not able to cope with the paradoxes. Their responses show that the broad meaning of the word “infinity” didn't aid them to evaluate the paradoxical situations presented to them. On the other hand, 100 % were able to solve Galileo's paradox, 73 % were able to solve Grand Hotel paradox, and 55 % were able to solve the Ping-pong ball conundrum using the *Arithmetic of Infinity* method. The reason of this result is that the grossone methodology is very similar to students' naïve intuitions and is in line with their own reasoning and responses. Therefore, they found these resolutions convincing, unlike the normative resolutions that were rejected by most of them.

Furthermore, introducing a last element to the set of natural numbers, enabled thinking of the wholeness of the set and helped in conceiving the processes related to it as a totality. By this, the *Arithmetic of Infinity* served in pushing students' conceptions to think beyond the process level of the APOS theory.

As we have seen from the results, the *Arithmetic of Infinity* method had proven its efficiency in eliminating paradoxical situations related to infinity. Further investigations on a wider sample of students and of more advanced mathematical background could be beneficial in confirming our findings.

References

1. Muir J. Of men and numbers: The Story of the Great Mathematicians. New York, Dell publishing co; 1961. 249 p.
2. Caldarola F., Cortese D., d'Atri G., Maiolo M. Paradoxes of the infinite and ontological dilemmas between ancient philosophy and modern mathematical solutions. In: Sergeev Ya. D., Kvasov D. E. (eds) *Numerical Computations: Theory and Algorithms*. NUMTA 2019. Revised Selected Papers, Part I: Lecture Notes in Computer Science. 2020;11973:358–372. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-39081-5_31

3. Dubinsky E., Weller K., McDonald M. A., Brown A. Some historical issues and paradoxes regarding the concept of infinity: An APOS-based analysis: part 1. *Educational Studies in Mathematics*. 2005;58(3):335–359. DOI: 10.1007/s10649-005-2531-z
4. Dubinsky E., Weller K., McDonald M. A., Brown A. Some historical issues and paradoxes regarding the concept of infinity: an APOS-based analysis: part 2. *Educational Studies in Mathematics*. 2005;60(2):253–266. DOI: 10.1007/s10649-005-0473-0
5. Dubinsky E., Weller K., Stenger C., Vidakovic D. Infinite iterative processes: the tennis ball problem. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2008;1(1):99–121. Available at: <https://www.ejpam.com/index.php/ejpam/article/view/48>
6. Fischbein E. Tacit models of infinity. *Educational Studies in Mathematics*. 2001;48(2-3):309–329. DOI: 10.1023/A:1016088708705
7. Movshovitz-Hadar N., Hadass R. Preservice education of math teachers using paradoxes. *Educational Studies in Mathematics*. 1990;21(3):265–287. DOI: 10.1007/BF00305093
8. Mamolo A., Zazkis R. Paradoxes as a window to infinity. *Research in Mathematics Education*. 2008;10(2):167–182. DOI: 10.1080/14794800802233696
9. Sergeev Ya. D. *Arithmetic of Infinity*. Edizioni Orizzonti Meridionali, CS; 2003. 2nd electronic ed, 2013.
10. Tirosh D. Finite and infinite sets: definitions and intuitions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 1999;30(3):341–349. DOI: 10.1080/002073999287879
11. Nasr L. The effect of arithmetic of infinity methodology on students' beliefs of infinity. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*. 2022;19:5–19. Available at: https://www.researchgate.net/publication/361893086_The_Effect_of_Arithmetic_of_Infinity_Methodology_on_Students'_Beliefs_of_Infinity
12. Dubinsky E., McDonald M. A. APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level. New ICMI Study Series*. 2001;7:275–282. Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007/0-306-47231-7_25
13. Sergeev Ya. D. Methodology of numerical computations with infinities and infinitesimals. *Rendiconti del Seminario Matematico dell'Università e Politecnico di Torino*. 2010;68(2):95–113. Available at: <http://www.seminariomatematico.polito.it/rendiconti/68-2/95.pdf>
14. Sergeev Ya. D. Numerical infinities and infinitesimals: Methodology, applications, and repercussions on two Hilbert problems. *EMS Surveys in Mathematical Sciences*. 2017;4(2):219–320. DOI: 10.4171/EMSS/4-2-3
15. Gordon P. Numerical cognition without words: Evidence from Amazonia. *Science*. 2004;306:496–499. DOI: 10.1126/science.1094492
16. Rizza D. The First steps in the arithmetic of infinity. A new way of counting and measuring. 2019. Retrieved from: <http://www.numericalinfinities.com> (last accessed: November, 2021)
17. Sergeev Ya. D. A new look at infinitely large and infinitely small quantities: Methodological foundations and practical calculations with these numbers on a computer. *Informatics and Education*. 2021;36(8):5–22. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-8-5-22
18. Calude C. S., Dumitrescu M. Infinitesimal probabilities based on grossone. *SN Computer Science*. 2020;1(1):36. DOI: 10.1007/s42979-019-0042-8
19. D'Alotto L. Finite and infinite computations and a classification of two-dimensional cellular automata using infinite computations. In: *Malyshkin, V. (eds) Parallel Computing Technologies. PaCT 2017. Lecture Notes in Computer Science*. 2017;10421:183–195. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-62932-2_17

20. D'Alotto L. Infinite games on finite graphs using grossone. *Soft Computing*. 2020;24(23):17509–17515. DOI: 10.1007/s00500-020-05167-1
21. De Leone R., Fasano G., Roma M., Sergeev Ya. D. Iterative grossone-based computation of negative curvature directions in large-scale optimization. *Journal of Optimization Theory and Applications*. 2020;186(2):554–589. DOI: 10.1007/s10957-020-01717-7
22. Fiaschi L., Cococcioni M. Numerical asymptotic results in Game Theory using Sergeev's Infinity Computing. *arXiv preprint*. 2018;1–28. DOI: 10.48550/arXiv.1808.00738
23. Iavernaro F., Mazzia F., Mukhametzhanov M. S., Sergeev Ya. D. Computation of higher order Lie derivatives on the Infinity Computer. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2021;383:1–19. DOI: 10.1016/j.cam.2020.113135
24. Rizza D. A Study of Mathematical Determination through Bertrand's Paradox. *Philosophia Mathematica*. 2018;26(3):375–395. DOI: 10.1093/phimat/nkx035
25. Sergeev Ya. D., Mukhametzhanov M. S., Mazzia F., Iavernaro F., Amodio P. Numerical methods for solving initial value problems on the infinity computer. *International Journal of Unconventional Computing*. 2016;12(1):3–23. Available at: https://www.theinfinitycomputer.com/wp-content/uploads/2020/11/ODEs_2.pdf
26. Sergeev Ya. D. Numerical point of view on calculus for functions assuming finite, infinite, and infinitesimal values over finite, infinite, and infinitesimals domains. *Nonlinear analysis: Theory, methods and applications*. 2009;71(12):e1688-e1707. DOI: 10.1016/j.na.2009.02.030
27. Sergeev Ya. D. The exact (up to infinitesimals) infinite perimeter to the Koch snowflake and its finite area. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. 2016;31(1-3):21–29. DOI: 10.1016/j.cnsns.2015.07.004
28. Sergeev Ya. D. Some paradoxes of infinity revisited. *Mediterranean Journal of Mathematics*. 2022;19(3):143. DOI: 10.1007/s00009-022-02063-w
29. Antoniotti L., Caldarola F. & Maiolo M. infinite numerical computing applied to Hilbert's, Peano's, and Moore's Curves. *Mediterranean Journal of Mathematics*. 2020;17(3):99. DOI: 10.1007/s00009-020-01531-5
30. Caldarola F., Maiolo M., Solferino V. A new approach to the Z-transform through infinite computation. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. 2020;82:105019. DOI: 10.1016/j.cnsns.2019.105019
31. Margenstern M. Using grossone to count the number of elements of infinite sets and the connection with bijections. *p-Adic Numbers, Ultrametric Analysis and Applications*. 2011;3(3):196–204. DOI: 10.48550/arXiv.1106.2290
32. Lolli G. Metamathematical investigations on the theory of grossone. *Applied Mathematics and Computation*. 2015;255:3–14. DOI: 10.1016/j.amc.2014.03.140
33. Iannone P., Rizza D., Thoma A. Investigating secondary school students' epistemologies through a class activity concerning infinity. *Proc. 42th Conf. of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. 2018;3:131–138. Available at: <https://hdl.handle.net/2134/34064>
34. Antoniotti L., Caldarola F., d'Atri G., Pellegrini M. New approaches to basic calculus: An experimentation via numerical computation. In: Sergeev Ya. D., Kvasov D. E. (eds) *Numerical Computations: Theory and Algorithms. NUMTA 2019. Revised Selected Papers, Part I: Lecture Notes in Computer Science*. 2020;11973:329–342. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-39081-5_29
35. Ingarozza F., Adamo M. T., Martino M., & Piscitelli A. A grossone-based numerical model for computations with infinity: A case study in an Italian high school. In: Sergeev Ya. D., Kvasov D. E. (eds) *Numerical Computations: Theory and Algorithms. NUMTA 2019. Revised Selected Papers, Part I: Lecture Notes in Computer Science*. 2020;11973:451–462. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-39081-5_39
36. Mazzia F. A computational point of view on teaching derivatives. *Informatics and Education*. 2022;37(1):79–86. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-1-79-86
37. Singer F. M., Voica C. Perception of infinity: Does it really help in problem solving? *The Mathematics Education into the 21st Century Project. Proceedings of the 6th International Conference of The Decidable and the Undecidable in Mathematics Education*. Brno, Czech Republic; 2003.
38. Dubinsky E., Arnon I., Weller K. Preservice teachers' understanding of the relation between a fraction or integer and its decimal expansion: The case of $0.\bar{9}$ and 1. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. 2013;13(3):232–258. DOI: 10.1080/14926156.2013.816389
39. Nasr L., Haifa N. Conceptions of Infinity: An APOS Analysis. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 2018;3(12):193–197. Available at: https://www.researchgate.net/publication/353164475_Conceptions_of_Infinity_An_APOS_Analysis

Information about the author

Layla Nasr, Ph.D. student, Faculty of Education, Lebanese University, Beirut, Lebanon; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1314-5992>; e-mail: Laylanasr1@hotmail.com

Информация об авторе

Наср Лейла, аспирант, педагогический факультет, Ливанский университет, г. Бейрут, Ливан; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1314-5992>; e-mail: Laylanasr1@hotmail.com

Поступила в редакцию / Received: 29.09.22.

Поступила после рецензирования / Revised: 18.11.22.

Принята к печати / Accepted: 22.11.22.

ПОДПИСКА

Журнал «Информатика и образование»

Индекс подписки
на 1-е полугодие 2023 года
(«Урал-Пресс», «АРЗИ» и другие агентства подписки)

70423

Периодичность выхода: 3 номера в полугодие (февраль, апрель, июнь)
Объем — не менее 88 полос

Редакционная стоимость — 900 руб.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Уважаемые коллеги!

Статьи для публикации в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе» должны отправляться в редакцию **только через электронную форму на сайте ИНФО (раздел «Авторам → Отправка статьи»):**

<https://infojournal.ru/authors/send-article/>

Обращаем ваше внимание, что для отправки статьи необходимо предварительно зарегистрироваться на сайте ИНФО (или авторизоваться — для зарегистрированных пользователей).

С требованиями к оформлению представляемых для публикации материалов можно ознакомиться на сайте ИНФО в разделе «Авторам»:

<https://infojournal.ru/authors/>

Обратите внимание: требования к оформлению файла рукописи — **разные** для журналов «Информатика и образование» и «Информатика в школе». При подготовке файла рукописи ориентируйтесь на требования для того журнала, в который вы представляете статью. Если вы представляете рукопись в оба журнала (для публикации в одном из изданий — на усмотрение редакции), при ее оформлении следует руководствоваться требованиями к оформлению рукописи в журнал «Информатика и образование».

Дополнительную информацию можно получить в разделе **«Авторам → Часто задаваемые вопросы»:**

<https://infojournal.ru/authors/faq/>

а также в редакции ИНФО:

E-mail: readinfo@infojournal.ru

Телефон: +7 (495) 140-19-86



1С:Образование **Система организации** **и поддержки учебного процесса онлайн**

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



Функциональные возможности

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

Преимущества использования

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

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



