



Научно-практический
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
Том 25. № 2. 2021

Учредитель:
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор
Юрий Филиппович Тельнов

Зам. главного редактора
Александр Викторович Бойченко
Василий Михайлович Трембач

Ответственный редактор
Елена Алексеевна Егорова
Никита Дмитриевич Эпштейн

Технический редактор
Елена Ивановна Аникеева

Журнал издается с 1996 года.
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ №77-13926 от 11 ноября 2002 г.
ISSN (print) 1818-4243
ISSN (on-line) 2079-5939

Все права на материалы,
опубликованные
в номере, принадлежат журналу
«Открытое образование».
Перепечатка материалов,
опубликованных в журнале, без
разрешения редакции запрещена.
При цитировании материалов ссылка
на журнал «Открытое образование»
обязательна.

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов

Журнал включен ВАКом в перечень
периодических научных изданий.

Тираж журнала
«Открытое образование»
1500 экз.

Адрес редакции:
117997, г. Москва,
Стремянный пер., 36, корп. 6, офис 345
Тел.: (499) 237-83-31, (доб. 18-04)
E-mail: Anikeeva.EI@rea.ru
Адрес сайта: www.openedu.rea.ru

Подписной индекс журнала
в каталоге «РОСПЕЧАТЬ»: 47209
в каталоге «Урал-Пресс»: 10574

© ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2020

Подписано в печать 22.04.21.
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 7,5. Тираж 1500 экз. Заказ

Напечатано в ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».
117997, Москва, Стремянный пер., 36

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

- Е.В. Анохова, Д.А. Штыхно*
Научно-образовательные коллаборации как инструмент
повышения конкурентоспособности российских вузов 4
- Н.А. Мамедова, А.И. Уринцов*
Управление информацией как фактор перехода
государства от информационной экономики к цифровой
экономике 15

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- Е.А. Косова*
Курс по организации доступного образовательного
веб-контента: анализ результатов онлайн-обучения 29

УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

- И.А. Андрианов, С.Ю. Ржеуцкая, М.В. Харина*
Междисциплинарный дистанционный практикум для
студентов ИТ-направлений 41
- И.А. Малый, В.В. Булгаков, И.Ю. Шарabanова, О.И. Орлов*
Применение цифровых технологий для подготовки
курсантов в области пожаротушения 51



Scientific and practical reviewed
journal

OPEN EDUCATION
Vol. 25. № 2. 2021

Founder:
Plekhanov Russian University of
Economics

Editor in chief
Yuriy F. Telnov

Deputy editor
Aleksandr V. Boichenko
Vasily M. Trembach

Executive editor
Elena A. Egorova
Nikita D. Epshtein

Technical editor
Elena I. Anikeeva

Journal issues since 1996.
Mass media registration certificate:
№77-13926 on November 11, 2002
ISSN (print) 1818-4243
ISSN (on-line) 2079-5939

All rights for materials published in the
issue belong to the journal
«Open Education».

Reprinting of articles published in the
journal, without the permission of the
publisher is prohibited.

When citing a reference to the journal
«Open Education» is obligatory.

Editorial opinion may be different from
the views of the authors

The journal is included in the list of VAK
periodic scientific publications.
Journal articles are reviewed.
The circulation of the journal
«Open Education» – 1,500 copies.

Editorial office:
117997, Moscow,
Stremyanny lane. 36, Building 6,
office 345
Tel.: (499) 237-83-31 (18-04)
E-mail: Anikeeva.EI@rea.ru
Web: www.openedu.ru

Subscription index of journal
in catalogue «ROSPECHAT»: 47209
in catalogue «Ural-Press»: 10574

© Plekhanov Russian University of
Economics, 2020

Signed to print 22/04/21.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 7,5. 1500 copies.
Order

Printed in Plekhanov Russian University of
Economics, Stremyanny lane. 36, Moscow,
117997, Russia

CONTENTS

PROBLEM OF EDUCATION

- Elena V. Anokhova, Dmitry A. Shtykhno*
Scientific and Educational Collaborations as a Tool to Increase
the Competitiveness of Russian Universities..... 4
- Natalia A. Mamedova, Arkadiy I. Urintsov*
Information Management as a Factor in the Transition of the
State from the Information Economy to the Digital Economy . 15

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Yekaterina A. Kosova*
Course on Educational Web-Content Accessibility:
Analysis of Online Learning Results 29

EDUCATIONAL RESOURCES

- Igor A. Andrianov, Svetlana U. Rzheutskaya, Marina V. Kharina*
Interdisciplinary Distance Learning Workshop for IT Students.. 41
- Igor A. Malyj, Vladislav V. Bulgakov, Irina Yu. Sharabanova,
Oleg I. Orlov*
Interdisciplinary Distance Learning Workshop for IT Students 51

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

Александр Григорьевич Абросимов, д.п.н., проф., профессор кафедры электронной коммерции и управления электронными ресурсами прикладной информатики и информационной безопасности Самарского государственного экономического университета, Самара, Россия

Виктор Константинович Батоврин, д.т.н., проф., заведующий кафедрой информационных систем Московского института радиоэлектроники и автоматики, Москва, Россия

Мария Сергеевна Бережная, д.п.н., проф., профессор кафедры психологии РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Александр Моисеевич Бершадский, д.т.н., проф., заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования Пензенского государственного технического университета, Пенза, Россия

Александр Викторович Бойченко, к.т.н., доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, директор Научно-исследовательского института «Стратегические информационные технологии» РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Владимир Николаевич Васильев, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, ректор Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета), Санкт-Петербург, Россия

Татьяна Альбертовна Гаврилова, д.т.н., проф., заведующая кафедрой информационных технологий в менеджменте Высшей школы менеджмента, профессор кафедры информационных технологий в менеджменте Санкт-Петербургского Государственного Университета, Санкт-Петербург, Россия

Владимир Васильевич Голенков, д.т.н., проф., заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь

Елена Георгиевна Гридина, д.т.н., проф., директор информационно-вычислительного центра НИУ «МЭИ», Москва, Россия

Георгий Николаевич Калянов, д.т.н., проф., заведующий лабораторией Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, Москва, Россия

Константин Константинович Колин, д.т.н., проф., главный научный сотрудник Института проблем информатики Российской академии наук (ИПИ РАН), Москва, Россия

Виктор Михайлович Курейчик, д.т.н., проф., заместитель руководителя по научной и инновационной деятельности Технологического института Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия

Николай Григорьевич Малышев, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, академик, президент Московского института экономики, менеджмента и права, Москва, Россия

Игорь Витальевич Метлик, д.п.н., заведующий лабораторией развития воспитания и социализации детей Института изучения детства, семьи и воспитания Российской академии образования, Москва, Россия

Геннадий Семенович Осипов, д.ф.-м.н., проф., заместитель директора по научной работе института системного анализа РАН, Москва, Россия

Борис Михайлович Позднеев, д.т.н., проф., проректор по менеджменту качества, заведующий кафедрой информационных систем МГТУ, Москва, Россия

Борис Аронович Позин, д.т.н., ст. науч. с., технический директор ЗАО «ЕС-лизинг», профессор Научного исследовательского университета Высшей школы экономики, Москва, Россия

Галина Валентиновна Рыбина, д.т.н., проф., профессор Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Москва, Россия

Юрий Филиппович Тельнов, д.э.н., проф., заведующий кафедрой прикладных информационных технологий и информационной безопасности РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Владимир Павлович Тихомиров, д.э.н., проф., академик, президент «Евразийского открытого института», президент Международного консорциума «Электронный университет», Москва, Россия

Василий Михайлович Трембач, к.т.н., доцент кафедры 304 Московского авиационного института (Национальный исследовательский университет), Москва, Россия

Владимир Львович Усков, к.т.н., проф., содиректор НИИ по образовательным интернет-технологиям университета Бредли, Пеория, США

Сергей Александрович Щенников, д.пед.н., проф., ректор Международного института менеджмента «Линк», Москва, Россия

THE EDITORIAL BOARD of the journal «Open Education»

Aleksandr G. Abrosimov, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Samara State University of Economics, Samara, Russia

Viktor K. Batovrin, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Information Systems, Moscow Institute of Radio Electronics and Automatics, Moscow, Russia

Mariya S. Berezhnaya, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Professor of the Department of Psychology, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Aleksandr M. Bershadskiy, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Computer Aided Design, Penza State Technical University, Penza, Russia

Aleksandr V. Boychenko, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Automated Information Processing Systems and Management, Director of Scientific and Research Institute "Strategic Information Technology", Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Vladimir N. Vasil'ev, Doctorate of Engineering Science, Professor, Corresponding member of RAS, Rector of Saint-Petersburg State Institute of Exact Mechanics and Optics (Technical University), Saint-Petersburg, Russia

Tatiana A. Gavrilova, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of Information Technologies in Management Department, Graduate School of Management, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia

Vladimir V. Golenkov, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Intellectual Information Technologies, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

Elena G. Gridina, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Director of Information and Computing Center, NRU "MPEI", Moscow, Russia

Georgiy N. Kalyanov, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Konstantin K. Kolin, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Chief Researcher of The Institute of Informatics Problems of The Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Viktor M. Kureychik, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Deputy Head for Research and Innovation, Institute of Technology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Nikolay G. Malyshev, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Corresponding member of RAS, Academician, President of Moscow Witte University, Moscow, Russia

Igor' V. Metlik, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Laboratory of development, education and socialization of children Institute Studies of childhood, family and upbringing, The Russian Academy of Education, Moscow, Russia

Gennadiy S. Osipov, Doctorate of Physico-mathematical Sciences, Professor, Deputy Director of the Research Institute of Systems Analysis, The Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Boris M. Pozdneev, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Vice-Rector for Quality Management, Head of Information Systems, Moscow State University of Technology "STANKIN", Moscow, Russia

Boris A. Pozin, Doctorate of Engineering Sciences, Senior Researcher, CTO, EC – leasing Company, Professor, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

Galina V. Rybina, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Professor of the National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

Yuriy F. Tel'nov, Doctorate of Economics, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Vladimir P. Tikhomirov, Doctorate of Economic Sciences, Professor, Academician, The President of the "Eurasian Open Institute", The President of the International consortium "Electronic university", Moscow, Russia

Vasily M. Trembach, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department 304, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

Vladimir L. Uskov, PhD in Engineering, Professor, co-director of the Inter-Labs Research Institute of Bradley University, Peoria, USA

Sergey A. Shchennikov, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Rector of International Institute of Management "Link", Moscow, Russia

Научно-образовательные коллаборации как инструмент повышения конкурентоспособности российских вузов

Цель исследования состоит в том, чтобы определить предпосылки и условия создания консорциумов как организационной формы коллаборации научных организаций и вузов для обеспечения их конкурентоспособности на глобальном рынке образования и науки в рамках реализации национальных проектов. Национальный проект сфере образования и науки нацелен на обеспечение высокого качества высшего образования и его доступности, повышение уровня кооперации учреждений высшего образования и научных учреждений, что позволит более продуктивно коммерциализировать результаты научной деятельности и в конечном итоге обеспечит вхождение России в число передовых стран мира по объемам научных исследований и их результативности. Среди основных задач исследования — выявление проблем, связанных с необходимостью совершенствования подходов при реализации проектов по созданию научно-образовательных консорциумов.

Материалы и методы. Основу исследования составили материалы, полученные авторами в ходе реализации ряда консалтинговых и образовательных проектов, осуществленных совместно с Минобрнауки РФ по обеспечению финансовой устойчивости вузов. В ходе интервью и анализа статистических и функциональных отчетов (по научной деятельности, отчетов о самообследовании, мониторинги эффективности и т.д.) были получены и обобщены данные, позволяющие оценить эффективность реализации программ стратегического планирования, а также результативность кооперационных проектов вузов с органами местной власти и бизнесом.

Результаты исследования. Анализ трендов в развитии научно-образовательных коммуникаций показал, что опора на коллаборацию может служить фактором устойчивого развития научных и образовательных организаций. В последние годы идет интенсивный поиск наиболее эффективных организационных и финансовых инструментов для обеспечения продвижения российских университетов в ведущих международных рейтингах.

Показано, что наиболее эффективным организационным механизмом достижения поставленных целей является интеграция образовательных и научных организаций в форме консорциумов. Выявлено, что для формирования научно-образовательных консорциумов необходимо иметь не только соответствующую инфраструктуру для работы научных коллективов, но прежде всего иметь проекты, реализация которых позволит осуществить прорыв в образовательной и научной деятельности. Важным фактором, влияющим на формирование и развитие консорциумов является то, что их создание является обязательным условием для участия в программе стратегического академического лидерства. В этой связи в исследовании акцентируется внимание на необходимости использовать руководством проекта со стороны государства показатели оценки, которые обеспечивали бы в полной мере оценку эффективности предоставленных в виде гранта средств.

Заключение. Результаты проведенного исследования показывают, что на государственном уровне идет поиск новых форм и механизмов, которые позволили бы обеспечить интенсивное развитие российского образования и науки. В качестве основного инструмента реализации государственной политики в этой сфере выступают национальные проекты, которые задают основные параметры развития. Планируется увеличение количества вузов, которые смогут получить грантовую поддержку, как участники научно-образовательных консорциумов. Выявлены определенные проблемы, которые могут отразиться на эффективности деятельности организаций образования и науки в коллаборациях.

Ключевые слова: университеты, научные организации, конкурентоспособность вузов, академическое лидерство, академические консорциумы, образовательные коллаборации, образовательные экосистемы

Elena V. Anokhova¹, Dmitry A. Shtykhnov²

¹Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russia

²Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Scientific and Educational Collaborations as a Tool to Increase the Competitiveness of Russian Universities

The purpose of the study is to determine the prerequisites and conditions for the creation of consortia as an organizational form of collaboration of scientific organizations and universities to ensure their competitiveness in the global education and science market within the framework of the implementation of national projects. The national project in the field of education and science is aimed at ensuring the high quality of higher education and its accessibility, increasing the level of cooperation of higher education institutions and scientific institutions, which will make it possible to commercialize the results of scientific activities more productively and, ultimately, ensure Russia's entry into the number of advanced countries in the

world in terms of scientific research and their impact. Among the main tasks of the research is to identify problems associated with the need to improve approaches in the implementation of projects to create scientific and educational consortia.

Materials and methods. The research is based on the materials obtained by the authors in the course of the implementation of a number of consulting and educational projects carried out jointly with the Ministry of Education and Science of the Russian Federation to ensure the financial stability of universities. In the course of interviews and analysis of statistical and functional reports (on scientific activities, self-examination reports, performance

monitoring, etc.), data were obtained and summarized to assess the effectiveness of the implementation of strategic planning programs, as well as the effectiveness of cooperation projects between universities, local authorities and business.

Research results. Analysis of trends in the development of scientific and educational communications showed that reliance on collaboration can serve as a factor in the sustainable development of scientific and educational organizations. In recent years, there has been an intensive search for the most effective organizational and financial instruments to ensure the promotion of Russian universities in the leading international rankings. It is shown that the most effective organizational mechanism for achieving the set goals is the integration of educational and scientific organizations in the form of consortia. It was revealed that for the formation of scientific and educational consortia, it is necessary to have not only the appropriate infrastructure for the work of scientific teams, but first of all to have projects, the implementation of which will make it possible to make a breakthrough in educational and scientific activities. An important factor influencing the formation and development of consortia is

that their creation is a prerequisite for participation in the strategic academic leadership program. In this regard, the study focuses on the need to use assessment indicators by the project management from the side of the state, which would provide a full assessment of the effectiveness of the funds provided in the form of a grant.

Conclusion. The results of the research show that at the state level there is a search for new forms and mechanisms that would allow for the intensive development of Russian education and science. The main instrument for the implementation of state policy in this area is represented by national projects that set the main parameters for development. It is planned to increase the number of universities that will be able to receive grant support as members of scientific and educational consortia. Certain problems have been identified that may affect the effectiveness of the activities of educational and scientific organizations in collaborations.

Keywords: universities, scientific organizations, competitiveness of universities, academic leadership, academic consortia, educational collaborations, educational ecosystems.

Введение

В настоящее время состояние российской науки и образования по целому ряду важнейших показателей не в полной мере отвечает современным вызовам, стоящим перед страной. Происходящие в мировой экономике процессы показывают, что существующая модель рыночной экономики в значительной степени исчерпала свой потенциал развития и назрели условия, ведущие к значительной трансформации многих ее аспектов. Формируется новая модель социально-экономического роста, основанная на научных знаниях и инновационных технологиях. Чтобы не отстать от мировых научных и технологических трендов, наука и образование в стране должны развиваться опережающими темпами.

Несмотря на достаточно широкое и всестороннее освещение вопросов, связанных с развитием различных форм интеграции организаций образования и науки, следует отметить, что эта тема в значительной степени актуализировалась в связи с принятием государственной программы «Приоритет 2030».

Идея создания различных форм объединения организаций образования, науки и бизнеса не является новой. Начиная с 2000 годов на российском рынке образования четко обо-

значилась тенденция по развитию интеграционных процессов, которая осуществлялась в различных организационных формах в зависимости от характера решаемых задач участниками объединения. Получили широкое распространение такие формы объединений, как научно-образовательные центры, научно-образовательные кластеры (НОК), сетевые формы взаимодействия, объединения в форме государственно-частного партнерства, консорциумы.

Интеграционные вопросы, осуществляемые в различных организационно-правовых формах, нашли отражение в исследованиях Богачева Ю.С. [4], Борисова В.В. [5], Гринь А.М. [10], Дежиной И.Г. [12], Ицковиц Г. [17], Лунькина А.Н. [20], Маковеевой В.В. [21] и др. Особенности правовой конструкции консорциумов, регулирование их деятельности и взаимоотношений участников консорциумов в российском праве показаны в работах Айснер Л.Ю., Сочневой Е.Н., Червякова М.Э. [1], Тюляева Г.С. и Витоль Э.Ю. [23].

Много научных публикаций посвящено исследованию зарубежного опыта коллабораций. В частности, можно отметить работы Гибсон М. [7], Деревниной А.Ю. [13], Лаврова А.А. [19], Фролова Д.П., Бабкина М.М., Полицева И.Д. [24].

Среди публикаций, посвященных исследованию особенностей коллаборации в науке и образовании можно отметить работы Кадацкой Д.В., Лавровой Ю.С. [18], Богатова В.В., Сыроежкиной Д.С., Шкуратовой М.В. [3].

В современных условиях создание научно-образовательных коллабораций, в том числе за счет консорциумов, перестает быть частным делом отдельных участников рынка научно-образовательных услуг. Создание научно-образовательных коллабораций становится общим трендом на ближайшее время. Решение задачи объединения усилий образования, науки и бизнеса должна обеспечить Программа «Приоритет 2030» (Программа стратегического академического лидерства)¹, которая призвана существенно изменить организационные и финансовые подходы по стимулированию создания интеграционных научно-образовательных структур.

Основной задачей настоящего исследования является оценка результативности сетевого взаимодействия в условиях его интенсификации. В этой связи возникает острая необходимость рассмотрения концептуальных основ кол-

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. №3697-р

лаборации научно-образовательных организаций с точки зрения выполнения задач повышения конкурентоспособности системы высшего образования, оценки эффективности использования грантовых средств, а также оценки результативности выполнения установленных показателей в рамках сетевого взаимодействия.

Формирование научно-образовательных консорциумов в данном случае рассматривается авторами как одна из наиболее эффективных моделей объединения, позволяющая решать прорывные задачи в области образования и науки, однако использование этой модели требует тщательной проработки деталей соглашений о создании консорциумов, прежде всего в вопросах внесения участниками финансовых средств и распределения прав на полученные в ходе сотрудничества результаты. Без юридической проработки соглашений о стратегическом партнерстве желаемый синергетический эффект может оказаться недостижимым.

1. Адаптация системы управления университетом применительно к рыночным условиям

Решение задачи повышения уровня корпоративного управления, в том числе — качества финансового менеджмента для обеспечения устойчивого развития университетов, есть необходимое условие для поступательного развития системы образования и науки в целом, это своего рода фундамент, без наличия которого невозможно обеспечить выполнение намеченных государственными программами показателей. За рамками профессионального сообщества эта работа не очень заметна, поскольку ее результаты проявляются не сразу и часто опосредовано.

Можно выделить четыре ключевые области, которые составляют организационную и содержательную основу работы Минобрнауки РФ в этом направлении. Это организация работы университетов на основе стратегического планирования, повышение профессионального уровня управленческого персонала, в том числе переход к партисипативному управлению, повышение уровня финансового менеджмента, осуществление программ санации для ряда региональных университетов, которые остро нуждаются в финансовой и организационно-управленческой поддержке.

Переход работы университетов на основе разработанных и утвержденных программ развития можно отметить как наиболее существенное достижение в управленческой сфере образовательных организаций. Нарботанный в свое время опыт и полученные позитивные результаты при реализации программ развития федеральными и национальными исследовательскими университетами был распространен на все вузы. Разработка и принятие программ развития позволили университетам выстраивать свою деятельность на основе инструментов среднесрочного планирования, использования проектного подхода при решении поставленных задач, выявления точек роста и концентрации материальных и интеллектуальных ресурсов на ключевых направлениях развития. В настоящее время наличие программ развития является обязательным элементом работы каждого университета.

Попытка широкого внедрения в практику работы университетов современных управленческих механизмов обнажила проблему неготовности управленцев, да и в целом коллективов научно-педагогических работников, работать в новых условиях. Для решения этой проблемы Минобрнауки Рос-

сии осуществило масштабный образовательно-консалтинговый проект, направленный на формирование управленческих компетенций на основе оценки экономической эффективности. Основу проекта составила программа повышения квалификации, которая под руководством Минобрнауки России была разработана специалистами РЭУ им. Г.В. Плеханова и УрФУ. Программа повышения квалификации была нацелена на развитие навыков стратегического планирования и управления организационными изменениями в вузе. Для слушателей программы обучения были подготовлены учебно-методические материалы [11], которые впоследствии обеспечили значительную методическую поддержку специалистов вузов при подготовке программ стратегического развития. По программе повышения квалификации прошли обучение команды управленцев практически всех подведомственных Минобрнауки РФ вузов, а позднее и научных организаций. Кроме этого, была выполнена большая работа по сбору, анализу, обобщению и распространению лучших практик осуществления финансово-хозяйственной деятельности университетов на основе организационно-управленческих инноваций [2]. В итоге был подготовлен портфель учебно-методических материалов, который получили все образовательные и научные организации подведомственные Минобрнауки России. Результатом реализации этого проекта стало не только получение новых управленческих компетенций, но, что очень важно, произошли определенные подвижки в сторону развития экономического мышления в аспекте функционирования университетов в условиях рынка.

В условиях расширения финансово-хозяйственной самостоятельности университетов большое значение приоб-

ретаает качество финансового менеджмента. Эффективным инструментом, позволяющим осуществлять контроль за финансовыми показателями университетов, является рейтинг качества финансового менеджмента. Минобрнауки России, осуществляя постоянное наблюдение за финансовыми показателями университетов, оценивает результаты качества планирования и использования финансовых ресурсов. Публикуемые ежегодно результаты мониторинга эффективности образовательных организаций высшего образования и рейтинга качества финансового менеджмента (РКФМ) позволяют оценивать происходящие изменения и понуждать университеты к постоянной работе по повышению качества финансового менеджмента. В целом это дает положительные результаты, что отражается прежде всего на повышении результативности использования финансовых ресурсов и результатов деятельности университетов в целом. Так, в 2020 году по итогам 2019 года лишь 7 из 215 подведомственных Минобрнауки РФ университетов показали неудовлетворительные результаты, итоговый индекс которых составил менее 60%. Для сравнения, по результатам рейтингования за 2016 год вузов с итоговым индексом менее 60% было 45, что составляло порядка 20% от общего количества вузов, участвующих в рейтинге. За три года количество университетов, находящихся в зоне риска (красной зоне), снизилось с 20% до 3%, что говорит об эффективности выбранной Минобрнауки России стратегии, направленной на повышение финансовой устойчивости университетов [2, 11].

В целом можно констатировать, что создана и достаточно успешно функционирует отраслевая модель контроля и управления финансовыми и материальными активами уни-

верситетов, ценность которой заключается еще и в том, что она запустила в действие механизмы саморазвития внутренних университетских систем управления.

2. Повышение конкурентоспособности университетов, прорыв на глобальный рынок образования

В 2012 году был принят ряд законодательных актов, которые на государственном уровне определили основные параметры работы по обеспечению конкурентоспособности российских университетов среди крупнейших мировых научно-образовательных центров. Реализация намеченных планов осуществлялась на основе проектного подхода как наиболее эффективного механизма, применительно к существующим условиям решения актуальных задач по выводу российского высшего образования на новый уровень развития.

Стратегия заключается в том, чтобы сконцентрировать необходимые ресурсы для финансирования группы ведущих отечественных университетов с целью обеспечения их конкурентной позиции на мировом рынке образования. Решалась амбициозная задача по выводу ряда российских университетов на уровень топ-100 в ведущих мировых рейтингах («Проект 5-100»). Проект был рассчитан на период до 2020 года, а его финансирование осуществлялось путем выделения субсидий из федерального бюджета. За период с 2013 по 2020 годы из федерального бюджета участникам проекта выделено 80,74 млрд. руб., которые целевым образом использовались на выполнение мероприятий, предусмотренных программами развития. Наиболее важными результатами в плане развития конкурентоспособности университе-

тов, и в том числе повышения позиций отечественной науки, являются вхождение в ведущие мировые институциональные и предметные рейтинги, а также повышение публикационной активности и индекса цитирования научных статей.

Что касается результатов представительства российских университетов в мировых рейтингах, то одним из основных достижений в этом направлении является значительное увеличение их количества. Так, на старте «Проекта 5-100» в институциональных рейтингах Academic Ranking of World Universities (ARWU), Times Higher Education (THE) и Quacquarelli Symonds (QS) было 15 университетов из России, в том числе 10 из числа участников «Проекта 5-100», а к 2020 году представленность российских вузов увеличилась до 48, в том числе участников «Проекта 5-100» — до 20 университетов. Прирост составил 220% по общему числу вузов и 100% — по вузам-участникам «Проекта 5-100».

С другой стороны, задача вхождения в топ-100 ведущих мировых институциональных рейтингов не была выполнена ни одним из российских университетов — участников «Проекта 5-100». В таблице 1 представлены наивысшие рейтинговые значения и диапазоны, в которые удалось войти российским университетам. Наилучшие результаты среди участников «Проекта 5-100» имеют МФТИ, МИФИ, ВШЭ и НГУ, которые не только занимают наиболее высокие места в рейтингах, но и демонстрируют стабильность присутствия и тенденции к росту.

Следует отметить значительное продвижение российских университетов в отраслевых и предметных рейтингах. Так, в 2012 году в топ-100 отраслевых и предметных рейтингов входил один университет, а к началу 2020 года таких университетов стало 14, в том

Таблица 1

Позиции российских университетов в ведущих мировых институциональных рейтингах (лучший результат российского вуза / лучший результат среди вузов-участников «Проекта 5-100»)

Рейтинг	2016	2017	2018	2019	2020
Academic Ranking of World Universities (ARWU)	87 / 401+	93 / 401+	86 / 401+	87 / 401+	93 / 401+
Quacquarelli Symonds (QS)	108 / 291	95 / 250	90 / 244	84 / 231	74 / 228
Times Higher Education (THE)	188 / 301+	194 / 251+	199 / 251+	189 / 201+	174 / 201+

Таблица 2

Количество российских вузов, вошедших в 2020 году в ведущие мировые институциональные рейтинги

Рейтинг	Количество вузов — участников «Проекта 5-100»	Количество вузов, не входящих в «Проект 5-100»
Academic Ranking of World Universities (ARWU)	9	2
Quacquarelli Symonds (QS)	17	11
Times Higher Education (THE)	20	28

числе 8 университетов — участников «Проекта 5-100».

По итогам 2020 года в ведущие мировые институциональные рейтинги вошло достаточно большое число российских вузов, не являющихся участниками «Проекта 5-100» (см. табл. 2).

Этот факт свидетельствует в том числе о том, что «Проект 5-100» выполнил роль своеобразного триггера, запустившего процесс смены парадигм в системах управления университетами. В частности, богатый опыт финансового менеджмента, накопленный бизнесом, начинает экстраполироваться на сферу образования, создавая возможности обеспечения качественных рывков.

3. Программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»

Проектный метод оказался достаточно успешным в плане реализации государственных программ развития образования. Примером могут служить реализация таких проектов, как «Проект 5-100», научно-образовательные центры в рамках национального проекта «Наука», движение WorldSkills,

центр «Сириус» и др. Поэтому вполне закономерно выглядит решение о запуске новой программы стратегического академического лидерства, нацеленной на дальнейшее продвижение российских университетов в мировую элиту научно-образовательных организаций. Особенностью этой программы является то, что она нацелена на достижение как образовательных, так и научных результатов. Это вытекает из целей, которые были определены указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года» и Государственной программой Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации». В частности, была поставлена масштабная задача: в течение десяти лет вывести страну в число мировых лидеров по объему научных исследований, опираясь на систему высшего образования, которая, в свою очередь, должна по своим качественным характеристикам соответствовать уровню решаемых задач.

В отличие от «Проекта 5-100», к участию в которой был допущен 21 университет,

программа стратегического лидерства предусматривает более широкий круг участников. Планируется, что участниками новой программы смогут стать около 100 вузов.

Для того, чтобы стать участником программы, университеты должны соответствовать определенным требованиям. Министерство науки и высшего образования РФ планирует несколько возможных вариантов входа в программу исходя из соответствия претендентов установленным критериям.

Первый вариант предполагает, что университеты смогут войти в программу, если отвечают трем требованиям: они должны быть:

- крупными (число студентов, обучающихся по очной форме, не менее четырех тысяч);

- финансово устойчивыми (совокупный бюджет не менее одного миллиарда рублей);

- должны иметь существенную программу научных исследований (доля доходов от научно-исследовательской работы должна составлять не менее пяти процентов от общих доходов).

Второй вариант оставляет возможность входа в программу вузам творческой направленности, остальные варианты дают возможность региональным университетам войти в программу при условии, что инициаторами и поручителями выступают региональные органы власти или крупные компании, или предполагается реорганизация в форме слияния или присоединения к другим образовательным или научным организациям.

Создание программы академического лидерства и ее реализация строится на трех базовых принципах. Во-первых, это консолидация материальных и интеллектуальных ресурсов научных и образовательных организаций на основе формирования взаимно-дополнительных связей, что

должно привести к синергии образовательной и научной деятельности. Во-вторых, это максимальная результативность мероприятий, которая должна обеспечиваться созданием конкурентной среды. В-третьих, транспарентность, которая предполагает открытость, доступность и достоверность информации не только для узкого круга стейкхолдеров, но и для широкой общественности.

При этом принцип транспарентности следует рассматривать более широко, не только применительно к этапу отбора университетов для включения в список участников проекта, а что не менее важно, на основе этого принципа должен реализовываться весь проект — от его начала до полного завершения. В этом случае может быть обеспечена более объективная оценка полученных результатов как с точки зрения отдельных его участников, так и всего проекта в целом.

Кроме этого, следует отметить, что информационная открытость самым непосредственным образом влияет на развитие конкурентной среды, делает соперничество между университетами реальным и более эффективным с точки зрения получения общественно-значимых результатов.

4. Академические консорциумы

Организационной платформой, на основе которой строится программа академического лидерства, являются консорциумы. Создание академических консорциумов рассматривается как один из наиболее эффективных инструментов достижения национальных целей государственных задач в области образования и науки. Формирование консорциумов станет одним из обязательных условий для участников программы стратегического академического лидерства, претен-

дующих на получение одной из специальных частей гранта — для исследовательского лидерства или территориального и(или) технологического лидерства. Членами таких консорциумов могут стать вузы, научно-исследовательские организации, а также различные предприятия, максимальное число участников консорциума не ограничено. Основной целью создания консорциумов является реализация крупномасштабных проектов, для которых требуется объединение ресурсов и компетенций нескольких организаций.

Возможны несколько вариантов создания научно-образовательных консорциумов. Первый вариант предусматривает заключение договора простого товарищества (совместной деятельности), однако повсеместно для целей «создания консорциумов» участниками заключаются договоры смешанного типа, именуемые договором о сотрудничестве и т.д., в которых сочетаются элементы договоров подряда, купли-продажи, передачи прав на результаты интеллектуальной деятельности и т.д. Этот вариант удобен для участников, поскольку не требует при создании выполнения специальных юридических процедур, участники сохраняют полную юридическую самостоятельность и не несут какой-либо имущественной ответственности.

Второй вариант создания научно-образовательного консорциума предполагает создание нового юридического лица. Поскольку в Гражданском кодексе Российской Федерации нет такой организационно-правовой формы как консорциум, то остается открытым вопрос, в какой форме возможно такое объединение. По всей видимости, такое объединение может быть осуществлено путем реорганизации в форме слияния или присоединения. Маловероятно, что такая форма объединения

будет широко использоваться участниками проекта. Однако, поскольку такой вариант предусмотрен, то, наверное, были предусмотрены и случаи предпочтительного его использования. Скорее всего, создание консорциума по такому варианту может происходить только при активном участии в его создании Министерства науки и высшего образования РФ. В этом случае министерство может решать две задачи. С одной стороны, подталкивая определенные научные и образовательные организации к объединению для создания крупных научно-образовательных центров или научно-образовательных экосистем нового типа, способных решать прорывные задачи. С другой стороны, целью такого объединения могут стать банальные задачи оптимизации затрат, путем присоединения неэффективных научных организаций к учебным заведениям. По крайней мере, одним из вариантов получения грантов является обязательство вуза осуществить реорганизацию в форме слияния или присоединения с другим вузом или научной организацией. У министерства имеется большой опыт такого рода объединений. В период с 2012 по 2016 год была проведена массовая реорганизация высших учебных заведений, в результате которой количество вузов и филиалов сократилось практически на 40%.

Необходимость создания научно-образовательных консорциумов продиктована объективными условиями, в частности, быстрым ростом инновационного развития во всех сферах экономики. Преуспеть в этих условиях имеют шанс лишь крупные организации с хорошим финансированием. Объединяясь вокруг инновации, участники консорциума имеют возможность развивать свои компетенции и консолидировать усилия на решение общих задач. Консор-

Состав участников консорциума «Центра Искусственный интеллект»¹

Категория членов консорциума	Состав консорциума
Университеты	НИУ ВШЭ, Сколтех, Иннополис, Корпоративный университет Сбербанка, Международный банковский институт
Научно-исследовательские институты	НИИАС, ИПУ РАН, ФМБА
Корпорации и крупные отраслевые предприятия	РЖД, МАК Вымпел, Ростелеком, Газпромнефть НТЦ, Концерн ВКО «Алмаз-Антей», 1520 Сигнал
Инновационные компании	Нейроботикс, ПМК Миландр, Битроникс, Лаборатория Наносемантика, Крибрум, НИИ ХимРар и т.д.
Финансовые организации и специализированные фонды	Сбербанк, Фонд перспективных исследований, Фонд поддержки проектов НТИ

¹ <https://ai.mipt.ru/consortium/> дата обращения 31.01.2021

циумы как форма объединения усилий различных организаций для достижения общей цели широко распространена как в России, так и за рубежом.

Консорциум как форма объединения не является новой, многие университеты ее использовали по собственной инициативе для реализации различных проектов. Например, консорциум МГУ имени М.В. Ломоносова, НГУ им. Н.И. Лобачевского, ТГУ и Южно-Уральского государственного университета «Суперкомпьютерный консорциум университетов России», Томский научно-образовательный консорциум (7 университетов, 10 академических институтов и Томский научный центр СО РАН), научно-образовательный консорциум «ФТИ-ЛЭТИ» и др.

Как пример создания консорциума в рамках «Проекта 5-100» можно отметить Национальную платформу открытого образования, которая учреждена ведущими университетами – МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбПУ, СПбГУ, НИТУ «МИСиС», НИУ ВШЭ, МФТИ, УрФУ и Университет ИТМО¹. Целью создания этого консорциума было повышение качества образования в системе высшего образования Российской Федерации и повышение доступности лучших курсов для желающих.

В рамках создания центров Национальной технологической инициативы по сквозным технологиям МФТИ был выбран в качестве центра НТИ по направлению «Искусственный интеллект». Для успешной реализации проекта по направлению «Искусственный интеллект» был сформирован консорциум как эффективный инструмент для реализации научной, технологической и образовательной повестки. Консорциум сформирован на

основании соглашения без образования юридического лица, в него вошли ведущие университеты, научно-исследовательские институты, финансовые организации и специализированные фонды, инновационные компании, государственные корпорации – образовательные, технологические и промышленные партнеры МФТИ. Целью формирования консорциума является реализация совокупности взаимосвязанных проектов, направленных на развитие сквозной технологии «Искусственный интеллект», включая организацию и проведение комплексных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и трансфер технологий, реализацию образовательных программ подготовки научных и инженерных кадров, а также кадров в области коммерциализации полученных результатов в интересах рынков Национальной технологической инициативы.

Для интеграции возможностей и консолидации деятельности участников в соглашении о консорциуме определены органы управления консорциума, рамки и принципы сотрудничества, порядок привлечения и использования ресурсов членов консорциума, правила определения прав на результаты интеллектуальной деятельности и порядок

коммерциализации. На конец 2020 года Консорциум Центра представлен организациями в соответствии с табл. 3.

Процесс формирования консорциумов активизировался в конце 2020 – начале 2021 года:

– в сентябре 2020 года РЭУ им. Г.В. Плеханова анонсировал организацию двух консорциумов. Участниками территориального консорциума «Качество жизни в мегаполисе» будут РЭУ им. Г.В. Плеханова, Государственный университет управления, Институт экономики РАН и структуры Правительства Москвы. В фокусе этого консорциума будут проекты по цифровым технологиям управления, комплексной безопасности среды, транспорту и транспортной инфраструктуре и логистике, инфокоммуникационным технологиям, безопасности, доступности и качеству продуктов питания, товаров и услуг, анализу больших данных в исследованиях социально-экономических процессов.

Участниками отраслевого консорциума «Высокотехнологичные решения» будут РЭУ им. Г.В. Плеханова, Государственный университет управления, Уральский государственный экономический университет, Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН, Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Кел-

¹ <https://npood.ru/about> дата обращения 31.01.2021.

дыша РАН и государственная корпорация «Ростех». В фокусе этого консорциума будут проекты по распределённому реестру, интернету вещей, созданию искусственного интеллекта с национальным характером, управлению инновационным развитием, подготовке кадров для инновационной промышленности;

– в октябре 2020 года 14 вузов, ведущих подготовку студентов по укрупненной специальности 21.00.00 «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия», объединились в Консорциум университетов «Недра»;

– в ноябре 2020 г. был сформирован Консорциум «Цифровые университеты», включающий 16 вузов, шесть промышленных и одного научного партнера, в качестве которого вошел Университетский консорциум исследователей больших данных, объединяющий 28 вузов;

– в январе 2021 года на Гайдаровском форуме было объявлено о создании консорциума из 4 организаций – лидеров в исследованиях человеческого потенциала: НИУ ВШЭ, РАНХиГС, МГИМО, Институт этнологии и антропологии РАН имени Н.Н. Миклухо-Маклая.

Проекты, предусмотренные программой деятельности консорциума, выполняются с привлечением членов консорциума в соответствии с их компетенцией, при этом члены консорциума участвуют в реализации проектов как в виде финансирования отдельных работ, так и в виде предоставления имеющихся заделов и/или ресурсов, результатов маркетинговых исследований и подтверждения запроса рынка на продукты, осуществления коммерциализации результатов деятельности и др. С практической точки зрения этот аспект в настоящее время еще не проработан для организаций науки и образования, тем более, если членами консорциума являются

органы власти и организации разного уровня подчиненности (федеральные, региональные). В случае создания и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности (РИД) заключаются отдельные лицензионные договоры, в которых, в соответствии с вкладом участника определяется размер и порядок осуществления лицензионных платежей.

Заключение

Новым в процессе формирования научно-образовательных коллабораций является то, что проект и задачи, которые необходимо решать, определены решениями Правительства, участие в нем можно принять только на основе объединения ресурсов нескольких организаций. Поскольку направленность проекта носит научно-образовательный характер, то и организационным решением поставленных задач являются научно-образовательные объединения в форме консорциумов. Отмеченная отличительная особенность подхода к формированию консорциумов является существенным обстоятельством, который необходимо учитывать при выборе модели управления проектом.

Если при реализации «Проекта 5-100» Министерство науки и высшего образования РФ основное внимание уделяло осуществлению контроля за ходом выполнения участниками проекта установленных показателей и целевым использованием выделенных им средств, то при организации выполнения проекта академического лидерства необходим другой подход. Реализация любого проекта несет определенные риски, проект стратегического академического лидерства не является в этом плане исключением.

При очевидных преимуществах консорциумов, таких как совместное использование ин-

фраструктуры, финансирование комплексных научно-технических задач и преодоление «долины смерти» TRL, усиление позиций в рейтингах, потенциал трансформации членов консорциума и применения современных технологий взаимодействия, усиление брендов членов консорциума и др., следует отметить риски, в частности – изменение идентичности членов консорциума и возможный конфликт организационных культур членов консорциума.

Практика корпоративных слияний и поглощений показывает, что синергетические эффекты достигаются далеко не всегда, даже при самой тщательной подготовке подобных сделок. Есть опасение, что создаваемые научно-образовательные объединения, деятельность которых к тому же осуществляется в рамках строгих бюрократических процедур, смогут реально обеспечить рост эффективности научных исследований.

На данный момент для значительного количества участников возможность получить дополнительное финансирование выступает весомым мотивом создания научно-образовательного консорциума. Это подтверждается легкостью и быстротой, с которой начали формироваться подобные объединения. Может сложиться ситуация, при которой формально показатели проекта будут в основном выполнены, а общая цель окажется не достигнутой. Для обеспечения выполнения не только показателей проекта, но и достижения в целом цели проекта административные методы управления следует дополнять методами проектного менеджмента, создавая новый стиль управления, который позволит не только контролировать ход выполнения проекта, но и формировать всю цепочку связей вокруг единой цели. Модель управления должна быть адекватна уровню решаемых задач.

Литература

1. Айснер Л.Ю., Сочнева Е.Н., Червяков М.Э. Правовые основы функционирования коллабораций // Юридические исследования. 2020. № 3. С. 36–47.
2. Анохова Е.В. Концепция финансового контроля в высших учебных заведениях // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2020. Т. 17. № 6 (114). С. 165–175.
3. Богатов В.В., Сыроежкина Д.С. Коллаборации научных организаций как элемент инфраструктуры науки // Наука, инновации, образование. 2016. № 4. С. 30–44.
4. Богачев Ю.С., Октябрьский А.М., Рубвальтер Д.А. Концепция формирования сетевых структур в сфере науки и инноваций. Информационно-аналитический бюллетень № 5. М.: ЦИСН, 2009. 52 с.
5. Борисов В.В. Интеграция образования и науки: ее смысл и способы воплощения // Экономика образования. 2010. № 2. С. 8–16.
6. Гарретт Б., П. Дюссож Стратегические альянсы. М.: ИНФРА-М, 2002. 332 с.
7. Гибсон М. Бизнес и высшее образование: Опыт взаимодействия в Великобритании // Университетское управление: практика и анализ. 2004. № 4 (32). С. 53–66.
8. Государственно-частное партнерство в образовании: [сборник] / Научные редакторы О.П. Молчанова, А.А. Лившин. М.: КДУ, 2009. 242 с.
9. Гохберг Л.М., Китова Г.В., Кузнецова Т.А. Стратегия интеграционных процессов в сфере науки и образования // Экономика образования. 2009. № 1. С. 67–79.
10. Гринь А.М., Мироненков К.Н., Межов С.И. Интегрированная система «университет-предприятие»: путь к реализации инновационных стратегий // Университетское управление: практика и анализ. 2011. № 1. С. 71–79.
11. Гришина О.А., Екимова К.В., Сандлер Д.Г., Шибаев С.Р. и др. Инструментарий планирования и реализации механизмов устойчивого экономического развития университета: учебно-методическое пособие. М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2017. 244 с.
12. Дежина И.Г. Научные «центры превосходства» в российских университетах: смена моделей // ЭКО. 2020. № 4. С. 87–109. DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2020-4-87-109.
13. Деревнина А.Ю. Взаимодействие исследовательских университетов США с индустрией и бизнесом // Университетское управление: практика и анализ. 2010. № 4. С. 60–66.
14. Илышева Н.Н., Илышев А.М., Воропанова И.Н. Перспективы интеграции образовательной, научной, инновационной деятельности и высокотехнологичных производств // Экономика образования. 2005. № 4. С. 64–72.
15. Мальцева Г.И., Уварова Т.Г., Ниязова М.В. и др. Исследование организационно-экономических моделей управления вузом в условиях модернизации образования. Владивосток: 2005. 78 с.
16. Исследовательские университеты США: механизм интеграции науки и образования/ под ред. В.Б. Супяна. М.: Магистр, 2009. 399 с.
17. Ицковиц Г. Тройная спираль. Университеты – предприятия – государство. Инновации в действии. Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2010. 238 с.
18. Кадацкая Д.В., Лаврова Ю.С. Консорциум предпринимательских структур и высших учебных заведений в рамках развития региональной экономики // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 9. С. 1469–1474. DOI: 10.18334/се.12.9.39337.
19. Лавров А.А. Опыт организации кластеров инновационного развития на примере США и особенности их сетевого взаимодействия // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2010. № 1 (9). С. 38–43.
20. Лунькин А.Н. Стратегические альянсы: институциональные и организационно-управленческие аспекты формирования (на примере профессионального образования и бизнеса) // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2011. № 1. С. 124–147.
21. Макоева В.В. Современные подходы к управлению процессами интеграции в сфере высшего профессионального образования // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 355. С. 115–118.
22. Никитюк М.Б., Савицкая Е.В. Сотрудничество университетов и корпораций: зарубежный и российский опыт // Экономика образования. 2009. № 6. С. 53–74.
23. Тюляев Г.С., Витоль Э.Ю. Актуальность конструкции консорциумов для российского права // Вестник гражданского права. 2018. Т. 18. № 1. С. 50–85.
24. Фролов Д.П., Бабкин М.М., Польшцев И.Д. Перспективы адаптации института европейских технологических платформ в России (на примере нбик-конвергентных технологий) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2016. № 4 (337). С. 27–39.
25. Шкуратова М.В. Российские научно-образовательные консорциумы: реальность и глобальные перспективы // Глобальная экономика в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий: сборник научных статей по итогам работы шестого круглого стола с международным участием. (Москва. 15–16 августа 2020 г). М.: ООО «Конверт», 2020. С. 102–105.

References

1. Aysner L.YU., Sochneva Ye.N., Chervyakov M.E. Legal framework for the functioning of collaborations. *Yuridicheskiye issledovaniya* = Legal research. 2020; 3: 36-47. (In Russ.)
2. Anokhova Ye.V. The concept of financial control in higher education institutions. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova* = Bulletin of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov. 2020; 17; 6(114): 165-175. (In Russ.)
3. Bogatov V.V., Syroyezhkina D.S. Collaborations of scientific organizations as an element of the infrastructure of science. *Nauka, innovatsii, obrazovaniye* = Science, innovations, education. 2016; 4: 30-44. (In Russ.)
4. Bogachev Yu.S., Oktyabr'skiy A.M., Rubval'ter D.A. Kontseptsiya formirovaniya setevykh struktur v sfere nauki i innovatsiy. *Informatsionno-analiticheskiy byulleten' № 5* = The concept of the formation of network structures in the field of science and innovation. Information and analytical bulletin No. 5. Moscow: TsISN; 2009. 52 p. (In Russ.)
5. Borisov V.V. Integration of education and science: its meaning and ways of implementation. *Ekonomika obrazovaniya* = Economics of education. 2010; 2: 8-16. (In Russ.)
6. Garrett B., P. Dyussozh Strategicheskkiye al'yansy = Dussauges Strategic alliances. Moscow: INFRA-M; 2002. 332 p. (In Russ.)
7. Gibson M. Business and Higher Education: Interaction Experience in the UK. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz* = University Management: Practice and Analysis. 2004; 4(32): 53-66. (In Russ.)
8. Gosudarstvenno-chastnoye partnerstvo v obrazovanii: [sbornik]. Nauchnyye redaktory O.P. Molchanova, A.Ya. Livshin = Public-private partnership in education: [collection] / Scientific editors O.P. Molchanova, A.Ya. Livshin. Moscow: KDU; 2009. 242 p. (In Russ.)
9. Gokhberg L.M., Kitova G.V., Kuznetsova T.A. Strategy of integration processes in the field of science and education. *Ekonomika obrazovaniya* = Economics of education. 2009; 1: 67-79. (In Russ.)
10. Grin' A.M., Mironenkov K.N., Mezhev S.I. Integrated system «university-enterprise»: a way to implement innovative strategies. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz* = University management: practice and analysis. 2011; 1: 71-79. (In Russ.)
11. Grishina O.A., Yekimova K.V., Sandler D.G., Shibayev S.R. et al. Instrumentariy planirovaniya i realizatsii mekhanizmov ustoychivogo ekonomicheskogo razvitiya universiteta: uchebno-metodicheskoye posobiye = Toolkit for planning and implementation of mechanisms for sustainable economic development of the university: teaching aid. Moscow: Plekhanov Russian University of Economics; 2017. 244 p. (In Russ.)
12. Dezhina I.G. Scientific «centers of excellence» in Russian universities: changing models. *EKO = ECO*. 2020; 4: 87-109. DOI: 10.30680/YESO0131-7652-2020-4-87-109. (In Russ.)
13. Derevnina A.YU. Interaction of US research universities with industry and business. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz* = University management: practice and analysis. 2010; 4: 60-66. (In Russ.)
14. Ilysheva N.N., Ilyshev A.M., Voropanova I.N. Prospects for the integration of educational, scientific, innovative activities and high-tech industries. *Ekonomika obrazovaniya* = Economics of Education. 2005; 4: 64-72. (In Russ.)
15. Mal'tseva G.I., Uvarova T.G., Niyazova M.V. et al. Issledovaniye organizatsionno-ekonomicheskikh modeley upravleniya vuzom v usloviyakh modernizatsii obrazovaniya = Research of organizational and economic models of university management in the context of education modernization. Vladivostok: 2005. 78 p. (In Russ.)
16. Issledovatel'skiye universitety SSHA: mekhanizm integratsii nauki i obrazovaniya/ pod red. V.B. Supyana = Research of organizational and economic models of university management in the context of education modernization ed. V.B. Supyan. Moscow: Magister, 2009. 399 p. (In Russ.)
17. Itskovits G. Troynaya spiral'. Universitety – predpriyatiya – gosudarstvo. Innovatsii v deystvii = Triple helix. Universities - enterprises - state. Innovation in action. Tomsk: Publishing House of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics; 2010. 238 p. (In Russ.)
18. Kadatskaya D.V., Lavrova Yu.S. Consortium of business structures and higher educational institutions in the framework of the development of the regional economy. *Kreativnaya ekonomika* = Creative Economy. 2018; 12; 9: 1469-1474. DOI: 10.18334/ce.12.9.39337. (In Russ.)
19. Lavrov A.A. The experience of organizing clusters of innovative development on the example of the United States and the peculiarities of their network interaction. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* = Bulletin of the Tomsk State University. Economy. 2010; 1(9): 38-43. (In Russ.)
20. Lun'kin A.N. Strategic alliances: institutional and organizational and managerial aspects of formation (on the example of vocational education and business). *Menedzhment i biznes-administrirvaniye* = Management and business administration. 2011; 1: 124-147. (In Russ.)
21. Makoveyeva V.V. Modern approaches to the management of integration processes in the field of higher professional education. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* = Bulletin of the Tomsk State University. 2012; 355: 115-118. (In Russ.)

22. Nikityuk M.B., Savitskaya Ye.V. Cooperation between universities and corporations: foreign and Russian experience. *Ekonomika obrazovaniya* = Economics of Education. 2009; 6: 53-74. (In Russ.)

23. Tyulyayev G.S., Vitol' E.Yu. Relevance of the construction of consortia for Russian law. *Vestnik grazhdanskogo prava* = Bulletin of civil law. 2018; 18; 1: 50-85. (In Russ.)

24. Frolov D.P., Babkin M.M., Polyntsev I.D. Prospects for adapting the institute of European technological platforms in Russia (on the example of nbi-convergent technologies). *Natsional'nyye interesy: priority i bezopasnost'* = National in-

terests: priorities and security. 2016; 4(337): 27-39. (In Russ.)

25. Shkuratova M.V. Russian scientific and educational consortia: reality and global prospects. *Global'naya ekonomika v XXI veke: rol' biotekhnologiy i tsifrovyykh tekhnologiy: sbornik nauchnykh statey po itogam raboty shestogo kruglogo stola s mezhdunarodnym uchastiyem.* = Global economy in the XXI century: the role of biotechnology and digital technologies: a collection of scientific articles on the results of the sixth round table with international participation. (Moscow, August 15-16, 2020). Moscow: OOO «Convert»; 2020: 102-105. (In Russ.)

Сведения об авторах

Елена Владимировна Анохова

К.э.н., первый проректор

Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет),
Москва, Россия

Эл. почта: anokhova.ev@mipt.ru

Дмитрий Александрович Штыхно

К.э.н., доцент, проректор

Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Эл. почта: shtykhno.da@rea.ru

Information about the authors

Elena V. Anokhova

Cand. Sci. (Economics), First Vice-Rector
Moscow Institute of Physics and Technology
(National Research University),
Moscow, Russia

E-mail: anokhova.ev@mipt.ru

Dmitry A. Shtykhno

Cand. Sci. (Economics), associate professor, vice-rector
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia

E-mail: shtykhno.da@rea.ru

Управление информацией как фактор перехода государства от информационной экономики к цифровой экономике

Цель статьи заключается в представлении авторского подхода к исследованию управления информацией при принятии управленческих решений органами государственного управления. В данной работе управление информацией последовательно рассматривается как объект, предмет и метод информационного менеджмента. На примере содержания и соотношения таких понятий, как данные и информация, информация и знания, показаны основные препятствия на пути перехода государства от информационной экономики к цифровой экономике. Сформулирована гипотеза о том, что эффективный информационный менеджмент не столько способствует формированию добавленной стоимости управленческих процессов, сколько создает потенциал для получения дополнительной ценности управленческого решения как информационного продукта.

Материалы и методы. Исследование проводится на основе анализа процессов информатизации общества и государства, а также анализа возможностей управления информацией для построения цифровой инфраструктуры и эффективного взаимодействия субъектов цифровой экономики. Различные аспекты управления информацией раскрыты в соответствии с моделями «субъект-объект-субъект» и «субъект-объект-объект». Проблемы определения количества и качества информации раскрыты в сопоставлении с атрибутивной, функционально-кибернетической и семиотической концепциями информации. Информационную базу исследования составили результаты научных исследований в области принятия решений в государственном управлении и используемые в науке методологические подходы к управлению информацией.

Результаты. Были выявлены основные риски и проблемы информационного менеджмента при принятии решений органами государственного управления. Определено, что знания становятся экономическим ресурсом не на стадии их производства,

а на стадии использования. Этот ресурс позволяет создавать добавленную стоимость управленческого решения как информационного продукта. Обосновано, что роль государства в распространении и использовании знаний обеспечивается безусловным стремлением индивида производить новые знания. Кроме того, показано, что для перехода к цифровой экономике государству необходимо создать информационную инфраструктуру, в которой открытость и прозрачность данных сочетаются с равенством возможностей отдельных лиц в экономике (инклюзивная экономика).

Заключение. Управление информацией является значимым фактором перехода государства от информационной экономики к цифровой. Простое накопление информации и знаний не может быть ориентиром для перехода к цифровой экономике. Управление информацией с позиции создания и использования дополнительной ценности информации позволит избежать риска механической информатизации и неуправляемой цифровизации. Деятельность государства в этом направлении должна быть ответственной и последовательной. Объем информации прирастает в результате стремления индивида производить новые знания, но общественная ценность знания увеличивается в результате эффективного воздействия государства на развитие информационной инфраструктуры и процессы диффузии информационных технологий. Таким образом, реализация потенциала дополнительной ценности информации и его масштабирование на основе поддерживаемых государством платформенных инструментов позволит осуществить переход от информационной экономики к цифровой экономике.

Ключевые слова: информационная экономика, цифровая экономика, государственное управление, принятие решений, управление информацией.

Natalia A. Mamedova, Arkadiy I. Urintsov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Information Management as a Factor in the Transition of the State from the Information Economy to the Digital Economy

The purpose of the article is to present the author's approach to the study of information management when making managerial decisions by public administration bodies. In this paper, information management is consistently considered as an object, subject and method of information management. By the example of the content and correlation of such concepts as data and information, information and knowledge, the main obstacles to the transition of the state from the information economy to the digital economy are shown. The hypothesis is formulated that effective information management does not so much contribute to the formation of the added value of management processes, as it creates the potential for obtaining additional value of a management decision as an information product.

Materials and methods. The research is based on the analysis of the processes of informatization of society and the state, as well as the analysis of the possibilities of information management for building a digital infrastructure and effective interaction of the subjects of the digital economy. Various aspects of information management are disclosed in accordance with the "subject-object-subject" and "subject-object-object" models. The problems of determining the quantity and quality of information are revealed in comparison with the attributive, functional-cybernetic and semiotic concepts of information. The information base of the research was made up of the results of scientific research in the field of decision-making in public administration and methodological approaches to information management used in science.

Results. The main risks and problems of information management in decision-making by public administration bodies were identified. It is determined that knowledge becomes an economic resource not at the stage of its production, but at the stage of use. This resource allows you to create the added value of a management solution as an information product. It is proved that the role of the state in the dissemination and use of knowledge is provided by the unconditional desire of the individual to produce new knowledge. In addition, it is shown that for the transition to the digital economy, the state needs to create an information infrastructure in which openness and transparency of data are combined with equal opportunities for individuals in the economy (inclusive economy).

Conclusion. Information management is a significant factor in the transition of the state from an information economy to the digital one. The simple accumulation of information and knowledge cannot

be a guide for the transition to the digital economy. Information management from the perspective of creating and using additional information value will avoid the risk of mechanical informatization and uncontrolled digitalization. The state activities in this direction should be responsible and consistent. The volume of information increases as a result of the individual's desire to produce new knowledge, but the social value of knowledge increases as a result of the effective impact of the state on the development of information infrastructure and the diffusion of information technologies. Thus, the realization of the potential of the additional value of information and its scaling on the basis of state-supported platform tools will allow for the transition from the information economy to the digital economy.

Keywords: information economy, digital economy, public administration, decision-making, information management.

Введение

Динамичное распространение информационных технологий, начавшееся в XX веке, продолжается во всех сферах человеческой жизни и в XXI в. Возросший объем информации инициирует потребность в управлении информацией, ее структурировании и использовании. Все эти факторы в совокупности стимулируют развитие процессов информатизации общества. Широко используемые понятия, такие как «информация», «информационные технологии», «информационное обеспечение» и другие, прочно зафиксированы в образе мышления современного человека. Расширяются границы применения продуктов научных теорий информации, теорий коммуникаций, теорий систем управления за счет масштабирования практик внедрения информационных технологий и повышения равномерности распределения информационных ресурсов.

Наступившая «информационная эра» характеризуется повсеместным проникновением различных итераций терминологии, связанной с информацией — как источника входных данных, как конечного продукта, процесса и как фактора или ресурса управления. Каждый представитель современного общества постоянно сопрягает свою умственную и физическую деятельность с окружающей информационной средой, использует ее,

предпринимает действия для создания собственного информационного продукта, отслеживает изменения в информационной среде в сегменте своего интереса, взаимодействует с окружающей средой и другими вовлеченными субъектами. Например, такие сочетания, как «информационное общество», «общество знаний», «информационный кризис», «информационный взрыв», «информатизация управленческих процессов», «электронное правительство», «цифровая экономика» легко встраиваются в речь современного человека, который и не задумывается о месте каждого отдельного понятия в иерархии научных определений и классификаций, принятых в науке.

В данной статье авторы не говорят о стандартизации процессов управления информацией, обмена информацией и ее предоставления даже в рамках четких границ исследуемой области (в нашем случае — принятие управленческих решений органами государственного управления). Эта идея заранее обречена, принимая во внимание масштаб данных, которые необходимо стандартизировать, и динамику процессов, характеризующих цифровизацию современного общества. В то же время исключительно прикладной аспект характеризуется такими понятиями, как наглядность, надежность, эффективность. Под прикладным аспектом мы понимаем подходы к управле-

нию информацией для принятия решений государственными органами на практике. Таким образом, постановка задачи исследования заключается в том, чтобы комплексно представить информационную архитектуру государственного управления и раскрыть возможности ее использования в целях принятия управленческих решений органами государственного управления.

Далее представлены результаты обобщения и систематизации данных о результатах научной деятельности по теме исследования в форме литературного обзора. Эти данные предназначены для представления ключевых метаданных и процесса эволюции научной мысли по теме исследования за последние 5 лет. Литературный обзор был разделен на три кластера — теоретический базис, концептуальный базис и базис моделирования. В рамках каждого базиса рассматриваемые результаты научных изысканий классифицировались как имеющие отношение к одному из следующих аспектов:

- а) администрирование ведомственной деятельности;
- б) государственное управление в процессе реализации государством социальной, экономической функций;
- в) развитие информационной архитектуры;
- г) запросы общества в отношении государственного управления.

Проводя обзор, мы отметили, что во всех источниках

администрирование государственного управления вне информационной инфраструктуры представляется архаичным. Однако динамика развития такой инфраструктуры далека от темпов, характерных для бизнес-сферы. В первую очередь, это объясняется длительным процессом правового урегулирования новых или изменяющихся отношений. На этом акцентирует свое внимание работа [1], посвященная особенностям регулирования информационной инфраструктуры в отраслях налогового и административного права. Другим фактором, затрудняющим быстрое внедрение информационных технологий в деятельность государства, называют различие в моделях управления. На примере внедрения технологии web 2.0 исследователи демонстрируют особенности принятия решений в рамках директивной, коллаборативной и неколлаборативной моделей управления [2].

Обобщение результатов исследований в области информационной поддержки межведомственного взаимодействия показало, что информационные технологии рассматриваются как действенный инструмент повышения эффективности государственных решений. Уходят в прошлое позиции, когда информатизация рассматривалась исключительно как фактор риска для безопасности государства [3, 4]. Сегодня сетевой механизм цифровых ресурсов называют основой для межведомственной координации [5]. Строящаяся цифровая инфраструктура создает платформу для совместной деятельности, а также усиливает взаимозависимость субъектов совместной деятельности, сложившейся в результате информатизации государственного управления.

В качестве новых форм устойчивого развития получили широкое распространение концепции «умного государ-

ства», «умного города». Информационная инфраструктура становится доминирующим средством обеспечения качества и эффективности государственных услуг, средством взаимодействия государства и общества. Государство фиксирует свои приоритеты в документах такого уровня, как национальные программы, концепции и стратегии. Однако мало просто обозначить приоритет, важно, какие прикладные инструменты будут задействованы для воплощения целевых установок в жизнь. Именно прикладные инструменты реализации национальных программ и находятся в фокусе внимания научного сообщества. Особый интерес, на наш взгляд, представляют следующие прикладные инструменты: трансфер инновационных технологий [6, 7], пространственная информационная инфраструктура для популяризации знаний [8], электронное принятие решений и зрелость электронного правительства [9].

Перспективным направлением считается совместное развитие цифровой информационной инфраструктуры между государственным и частным сектором [10]. Есть мнение, что умное управление повысит имидж государства [11], сфокусирует экспертно-консультационную деятельность в отношении субъектов совместной деятельности [12]. Новое значение приобретут многие отрасли экономики ввиду реализации стратегии включения управления информацией в продуктовые стратегии и включения большего числа людей в информационное поле [13–15]. Дополнительные возможности в системе регулирования экономики, как считают исследователи, государство получит посредством применения криптовалют [16] и технологии блокчейн [17, 18].

Основным препятствием, которое прямо или косвен-

но упоминает большинство исследователей, является несовершенство данных, усложняющее принятие решений [19]. Диспропорции развития систем распределенной и автономной информационной инфраструктуры также привносят негативный эффект. И все это происходит на фоне того, что число источников данных постоянно растет. Например, говоря об «умном городе», мы подразумеваем, что к цифровым системам подключены десятки миллиардов устройств с использованием Интернета вещей и иных сопряженных технологий. При этом никто не оспаривает тот факт, что качество управления информацией в условиях цифровизации должно гарантировать государство. Особенное значение эта обязанность приобретает в аспекте теории непредвиденных обстоятельств [20]. Следующим принципиальным моментом является обеспечение государством защиты критической информационной инфраструктуры, поскольку риск взаимозависимости ее элементов признается существенным [21].

Не стоит забывать об итерационном характере трансформации государства [22, 23], что рассматривается как страховка от неуправляемой цифровизации. С одной стороны, государство должно гарантировать качество интеграции прикладных информационных технологий, чтобы соблюсти целостность процесса [24]. С другой стороны, государство должно минимизировать человеческий фактор путем создания цифровых платформ [25]. То, на чем сходятся мнения ученых, это необходимость существенных изменений в механизме реализации социальной и экономической функций государства.

И все же не технологический фактор исследователи называют наиболее критическим риском, человеческий фактор признается фаворитом

среди упоминаемых угроз для информационной инфраструктуры государства. Вот только некоторые суждения по этому вопросу. Эффекты общественного и отраслевого дискурса могут обнулить любые действия государства на пути к цифровизации общества [26]. Связь информационной инфраструктуры и человеческого капитала находится под негативным влиянием избегания неопределенности, что объясняет наложение теории диффузии инноваций на типологию национальной культуры [27]. Внедрение новых подходов к системе подготовки кадров для цифровой экономики, по справедливости, следует считать упущенным приоритетом государственной политики [28].

Все эти и многие другие суждения происходят из ожиданий общества в отношении института государства как такового и деятельности государства, в частности. Но, кроме общих ожиданий, прогнозы имеют разную направленность. Часть научного сообщества констатирует, что функции государства уже расширены таким образом, чтобы растворить все риски и вызовы информационной эпохи [29]. И это обеспечивает государству возможность эффективного использования данных в процессе макроконтроля и защиты общества от доминирования технократического подхода. Другая часть настроена менее оптимистично. Они считают, что масштабы возникающих в обществе проблем постепенно превосходят возможности государства по их решению [30]. По их мнению, ситуацию может стабилизировать только совместная частно-государственная информационная инфраструктура.

Обобщение данных литературного обзора позволяет прийти к следующему выводу. Управление информацией на уровне государства должно

быть, в первую очередь, ответственным. Важно сохранить готовность общества делегировать государству контроль над темпами развития и процессами диффузии информационных технологий в жизнь. Стремление к открытости и доступности информации может приобрести статус общественной ценности только в условиях последовательной трансформации информационной инфраструктуры государства и на основе информационных социально ориентированных технологий.

Теоретические положения к исследованию качества информации

Поскольку универсального определения информации не существует, мы представим информацию как знание (явное и неявное), осмысленно передаваемое от одного человека другому. Такой подход позволяет осознать процесс познания человека как с эпистемологической стороны (когда информация, по сути, заменяет знание), так и с коммуникативной (когда информация запускает процесс сообщения знания) [31]. Тогда целесообразно исключить функцию времени, потому что в этом случае понятие «информация» следовало бы ограничить только новой информацией. Но, поскольку в системе государственного управления важны не только информационные процессы, но и процессы оцифровки, хранения, защиты и распространения информации, целесообразно рассматривать не только новую, но и известную информацию, которая с учетом фактора спроса ничем от новой информации не отличается.

Информация как способ существования знания представляет интерес для субъекта (носителя знания), который различными способами и в различных формах трансли-

рует ее получателю. То есть существующие знания (совокупность фактов, явлений, событий) должны быть вписаны в определенную архитектуру, которая будет указывать на возможные действия по отношению к информации.

Использование информации мы рассматриваем как способ воздействия и применения информации. Такой способ приобретает структуру, границы, содержание только в фокусе целевого применения информации в соответствии с представлениями субъекта (носителя информации). И, безусловно, это всегда предполагает информационный обмен, как своего рода реакцию. С учетом уровня современного развития науки, техники и сознания, категория носителя знания значительно усложнилась. В нее вошли такие субъекты, как индивиды, коллективные субъекты (группы индивидов), сложные субъекты (государства, общества, например), даже искусственные субъекты (механические изделия и искусственный интеллект). Кроме того, под информационным обменом понимается даже гипотетическая способность реципиента (получателя информации) воспринимать информацию, реагировать на воздействие, а также способность использовать в своих интересах новую информацию с учетом имеющейся информации у каждого отдельного реципиента. Следует также учитывать, что категория получателя включает в себя такое же разнообразие элементов, как и категория субъекта информации.

Краеугольным камнем использования информации в аспекте множественности субъектов, получателей и вариативности форм взаимодействия между ними является вопрос о качестве информации. Качество информации, качество создания, воссоздания, защиты, распространения, пе-

редачи, применения информации и качество контроля в отношении всех возможных действий по использованию информации составляют комплекс задач управления информацией независимо от субъекта информации (носителя информации) или получателя информации.

Проблема качества информации носит глобальный мультидисциплинарный характер, особенно в связи с наблюдаемым прогрессом в технологиях, развитием коммуникаций. Поэтому представляется логичным рассматривать проблему качества информации в контексте других взаимосвязанных проблем.

В частности, проблема измерения количества информации сопряжена с проблемой качества информации. Подходы и решения в этой области не теряют своей актуальности уже более века в условиях очевидной необходимости постоянного совершенствования хранения и передачи информации. Успешные попытки систематизировать накопленную научную базу в области количественного измерения информации были предприняты Р. Фишером (1921). Свой вклад в решение проблем хранения и передачи по каналам связи информации внес Х. Найквист (1924). Актуальные по сей день подходы к измерению количества информации в случайном объекте наблюдения изложили Р. Хартли (1928) и К. Шеннон (1948) [32].

Проблема качества информации также связана с проблемой выявления свойств информации, лежащей в основе подходов к структурированию и упорядочению информации. Основными понятиями информации, каждое из которых выделяет в качестве доминанты отдельное свойство информации, являются атрибутивные, функционально-кибернетические и семиотические понятия.

В соответствии с атрибутивной концепцией информация рассматривается как структурное свойство всех материальных объектов, систем и процессов. Измеряя информацию, мы получаем представление о мере упорядоченности, разнообразия или неоднородности распределения материи и энергии. Информация, следовательно, отражает свойства материи, фиксирует отраженный объект. Результат рефлексии полностью зависит от субъекта рефлексии, так как восприятие информации, ее извлечение, процессы ее переработки и воспроизведения полностью субъективны. И в этом аспекте необходимость постигать и осмысливать информацию не является необходимой. Многообразие специфических свойств материи (шум ветра, речь, солнечный свет, текст) предопределяет многообразие отражений. Информация как структурное свойство отдельного материального объекта или их совокупности лежит в основе таких методов исследования, как наблюдение, эксперимент. Концепция определяет, что субъект рефлексии заинтересован в получении информации на протяжении всего процесса рефлексии, тогда процесс извлечения информации является таким же непрерывным, как и процесс рефлексии. Развитие технологий управления информацией рассматривается этой концепцией как непереносимое условие извлечения информации и разработки средств повышения значимости и ценности результатов рефлексии.

Функционально-кибернетическая концепция основана на восприятии информации как функционального свойства отношений внутри и между любыми, в том числе, и самоуправляющимися системами. Информация — это сущность связей внутри системы и взаимодействия между системами. Таким образом, информация

рассматривается не как свойство, присущее материальному объекту, системе или процессу (атрибутивное понятие), а как форма функциональной связи, возникающая в результате функционирования такого объекта, системы или процесса.

Концепция семиотики ставит акцент на значении и значимости информации. Определяющими характеристиками информации становятся осмысленность, ценность информации. Концепция семиотики ориентирована на изучение знаковых систем как средств выражения смысла и интерпретации его значения. В попытке оценить количественную и качественную сторону информации семиотическая концепция изучает способы сочетания знаков, правила преобразования сочетаний, а также изучает практическую полезность знаков. Иными словами, в рамках концепции потребительская ценность информации, как сырья (семантический аспект информации) или продукта переработки (синтаксический аспект информации) становится основным критерием при ее оценке.

Проблема определения объема и границ использования информации также связана с проблемой качества информации. Если предположить существование определенных границ для использования информации, фиксирующих область ее использования, то мы приходим к выводу, что необходимо ввести количественную меру информации. Такой подход имеет решающее значение при расчете пропускной способности каналов связи, выборе способа обмена информацией или выборе параметров физического (материального) носителя информации.

Проблема ценности информации также вытекает из количественных характеристик информации, но поскольку объем информации не являет-

ся исчерпывающей характеристикой в этом случае, возникает необходимость определения результата применения информации — материального или нематериального эффекта использования — ценности информации. Очевидно, что одна и та же информация имеет различное значение в зависимости, например, от цели ее использования, субъекта или объекта информации. Наиболее распространенным критерием ценности признается близость достигнутых результатов к поставленным целям [32].

Критерий ценности информации позволяет дифференцировать такие понятия, как «данные», «информация», «знание» применительно к проблеме качества информации. Содержание каждого из этих понятий имеет значение, и их подмена влечет за собой часто негативные последствия, влияющие на качество информации. Типичным примером является подмена задачи формирования и внедрения информационной системы (ИС) задачей компьютеризации. Подмена такой задачи на этапе ее реализации может привести к отсутствию не только эффекта, соответствующего работе ИС, но и эффекта компьютеризации.

Данные, являющиеся итогом сборки объективных фактов, являются основой для построения иерархического набора данных — информации. Но даже структурированные данные нельзя воспринимать однозначно как ценную информацию, поскольку часто они не являются основанием для выражения получателем информации реакции, то есть такие данные не меняют его мнения, оценки фактов, поведения, поступков. Этот момент является решающим для развития цифровой экономики, и, если его игнорировать, то концепция цифровой экономики будет реализована (а

по сути, ограничена) в формах механического накопления больших данных и тотальной оцифровки данных.

Когда происходит подмена ценной информации данными, то в лучшем случае результатом является простое накопление данных, степень усвоения которых напрямую зависит от интереса и мотивации реципиента. В худшем случае результатом будет информационный шум. Еще одной распространенной ошибкой является «размытие» информации избыточными данными, когда получателю информации приходится прилагать усилия для выделения полезной информации в информационном шумовом потоке. Эффективность использования информации зависит как от носителя информации, заинтересованного в концентрации полезной информации, так и от получателя информации, обладающего навыком выделения полезной информации из общего потока. Разница лишь в том, что носитель информации, не имея четкого представления о круге получателей информации, стремится стандартизировать объем и содержание передаваемой информации. В свою очередь, получатель информации фильтрует ее в соответствии со своими индивидуальными потребностями и целями.

Заметное различие между данными и информацией имеет ту же природу, что и различие между информацией и знанием. По отношению к знанию информация является промежуточным звеном. Информация, которую реципиент структурирует, анализирует, интерпретирует и проверяет, становится знанием. Организация и анализ данных дают толчок к использованию информации. На первом этапе реципиент интерпретирует данные, адаптирует к уже имеющейся информации. На втором этапе он определяет варианты применения инфор-

мации, формирует условия для ее применения при принятии решений. На третьем — оценивает правильность принятого решения и определяет итоговую ценность информации. Так формируется знание. [33] В качестве обобщения этапов следует указать, что качество информации зависит от навыков передачи (приема) информации. Поэтому прирост знаний формирует не информация вообще, а способность носителя информации передавать ее, и способность получателя фильтровать и усваивать ее.

Изучение проблемы качества информации привело к необходимости понимания проблемы на уровне инженерии и проектирования баз знаний для разработки интеллектуальных систем. Таким образом, управление информацией сделало эволюционный скачок к управлению знаниями. Следующая эволюционная планка находится на уровне управления цифровыми знаниями.

Управление информацией в контексте информационной экономики

Процессы получения, структурирования знаний и формализации области их применения с помощью языков представления стали научной основой для разработки баз знаний. Каждый из этих процессов может происходить посредством машинной обработки и оцифровки. Мы можем получить знания после машинной обработки фрагментов знаний или структурировать фрагменты, полученные самостоятельно в области применения знаний. Процесс формализации такой области часто требует использования специальных баз знаний, в то время как современные способы визуализации знаний значительно упрощают эту работу. Эти процессы также могут быть представлены в виде ие-

пархии объема и доступа к знаниям. Ведь параметры баз знаний меняются в зависимости от места носителя (получателя) знаний в пирамиде знаний.

Вышеперечисленные проблемы, связанные и выражающие проблему качества информации, становятся все более актуальными в связи с тем, что современные информационные технологии позволяют создавать колоссальные объемы информации. Поэтому основными рисками информационного менеджмента является не недостаток информации и даже не избыток информации, а недостаток информации, необходимой конкретному потребителю информации в том виде, в котором она ему требуется. Но если принять во внимание темпы роста информации как определенного объема данных, то мы неизбежно приходим к выводу, что численное выражение прогнозируемых затрат на сбор, анализ, обработку, использование и распространение всех имеющихся данных стремится к бесконечности. Поэтому основными задачами информационного менеджмента являются задачи идентификации информации и оптимизации информационных потоков не только с учетом количества, но и качества информации.

Традиционно категории «информация» и «управление информацией» рассматриваются в рамках двух концепций — информационной экономики (экономики знаний) и информационного общества.

Обобщая суть идей и методологии информационного общества, информационной экономики [34], приведем следующие положения. Информационное общество — это состояние человечества (или менее идентифицированная его часть), которому принадлежат информационные потоки и массивы, определяющие его развитие. В свою очередь, информационное общество

демонстрирует такой уровень развития информационного сектора, при котором оно может обеспечить устойчивое развитие информационной экономики (экономики знаний). Информационная экономика воспроизводит систему общественных отношений, которая обеспечивает доступ к необходимой информации, производит информацию, создает и использует интеллектуальные технологии и автоматизирует все эти процессы. То есть сохраняется акцент, при котором информация рассматривается и как ресурс, и как продукт. А применительно к категории «информационный менеджмент», обе представленные концепции обращают, прежде всего, внимание на процессы, обеспечивающие развитие средств интеллектуальной деятельности — информационное обеспечение. Сфера государственного управления характеризуется спецификой информационного обеспечения, однако, общие подходы к изучению вопросов информационного обеспечения могут быть применены и здесь.

Ценность информации в контексте информационной экономики сегодня приобретает новое значение. Подходы к информационному менеджменту не столько способствуют формированию добавленной стоимости управленческих процессов, сколько создают потенциал для получения дополнительной ценности информации. Изменения в социально-экономической системе и общественных отношениях также создают питательную среду для информационной экономики. В результате высокая степень насыщенности информацией сферы государственного управления предопределяет усложнение процедур поиска и обработки полезной информации. В этом аспекте создание и использование дополнительной ценности информации обе-

спечивает переход от механической информатизации государственного управления к информационному управлению в соответствии с моделью «субъект-объект-субъект».

Механическую информатизацию государственного управления следует понимать, как рутинный перевод управленческих процессов в электронную форму, которая может быть описана моделью «субъект-объект-объект». Эта модель управления знаниями не имеет циклической замкнутой структуры, за исключением компонента, обеспечивающего движение и расширение информационного потока. В остальном, отношения субъектов в рамках данной модели сводятся к автоматизации управленческих процессов с целью повышения их производительности, поэтому конечный продукт управленческого цикла заранее известен, повторяется и не имеет развития.

В свою очередь модель «субъект-объект-субъект» предполагает повышение степени осознанности субъекта, совершенствование организации индивидуального и коллективного труда, что сопровождается инвестированием в активы, дополняющие информационные технологии, — в организационный и человеческий капитал. В этом смысле информационный менеджмент приобретает свойства рефлексии, побуждающей субъекта к переосмыслению поля и результатов своей деятельности, при этом с постоянной мотивацией к конструктивному развитию. То есть информатизация управленческих процессов трансформируется из цели в инструмент организации управленческих процессов, выводя на первый план осмысление подходов и продуктов информационного менеджмента.

Информационная экономика базируется на современных теориях управления зна-

ниями, каждая из которых, являясь точкой назначения процессов управления информацией (знаниями), определяет эффективность использования имеющейся информации. Простейшей конструкцией, иллюстрирующей взаимосвязь краеугольных камней в области информационного управления, является «лестница знаний» К. Норта. Она имеет следующий вид: «символы» — «данные» — «информация» — «знания» — «умения» — «действия» — «компетентность» — «конкурентоспособность». [35]

Информационная экономика, если ее рассматривать в сфере государственного управления, придает смысл и ценность процессам управления информацией с использованием информационных технологий. Она определяет значимость информации как знания через значимость контекста, что позволяет проследить эволюцию символов, которые входят в данные, необходимые для принятия управленческих решений должностными лицами. Умение применять знания на практике влечет за собой формирование навыка, который при правильной мотивации и доведении действий до автоматизма формирует навык. При осуществлении навыка в рамках целеполагания наиболее эффективным способом является формирование компетентности, результат которой обеспечивает конкурентоспособность управленческих процессов и управленческих продуктов.

Разумно также применить подход Мильнера [36], который выделил ряд базовых институтов информационной экономики — информационная инфраструктура, образование, экономический институт и инновационный институт. Он указал и обосновал их влияние на формирование системы управления знаниями. В контексте представления специфики информационной

экономики в сфере государственного управления можно прийти к следующим выводам.

Информационная инфраструктура как институт информационной экономики определяет скорость и направление развития информационных технологий, связанных с накоплением, обработкой, передачей и использованием данных. Структурно этот институт функционирует в рамках системы управления информационными потоками, инициирует и контролирует развитие информационно-коммуникационных технологий. Этот институт обеспечивает выявление социального спроса как фактического признака работы социального иммунитета общества и индивидуума.

Институт образования обеспечивает функционирование информационной экономики через подготовку кадров государственной службы, обеспечивающих генерацию, использование и передачу знаний. В этом смысле формируемый интеллектуальный потенциал в системе управления информацией направлен на повышение активности в области подготовки и переподготовки кадров государственной службы.

Экономический институт призван создавать стимулы для эффективного создания, распространения и использования знаний. В системе управления знаниями этот институт обеспечивает поддержку организационно-экономических процессов, создающих условия не только для накопления знаний, но и для их трансформации в навыки, умения и компетенции.

Инновационный институт, ставший неотъемлемым в современной парадигме информационной экономики, создает основу для создания новых знаний, обмена знаниями, управления создаваемыми продуктами. В контексте системы управления знаниями этот институт создает возможности для повышения ценно-

сти информации и оборота инновационной продукции в результате реализации компетенций должностных лиц.

Управление информацией для принятия управленческих решений

Специфика информационной экономики влечет за собой необходимость отступления от традиционного понимания инфраструктуры, как совокупности отраслей, организаций, видов их деятельности, призванных обеспечить нормальное функционирование производства, кругооборот продукции и жизнедеятельность людей. Если основным фактором производства является знание, то необходимая для этого инфраструктура выходит за рамки инфраструктуры, характерной для пятой технологической волны [37], что, по мнению ученых, соответствует современным темпам развития цивилизации с элементами шестой технологической волны. Общеизвестно, что за последние триста лет произошло формирование и изменение пяти технологических волн [38] (по результатам исследований низкочастотных колебаний экономической активности). И каждый переход от одного образа жизни к другому осуществлялся при непосредственном участии государства, которое обеспечивало массовое внедрение технологий нового технологического уклада через конверсию рынков. Традиционно это связано с установлением социально-политической приемлемости новой технологически сопряженной системы, что в итоге приводит к изменению социальных и институциональных систем. В результате делается вывод, что именно государственная политика может быть сдерживающим или стимулирующим фактором для замещения спроса одного вида продукции на другой.

Ведущую роль в развитии инфраструктуры информационной экономики играет государство, реализующее политику национального протектората, многокомпонентной поддержки кластерного развития. Основными механизмами такой государственной политики являются:

1. Бюджетное финансирование через государственный заказ с финансированием процессов индустриализации, модернизации, инновационного развития.

2. Поддержка трансфера технологий и коммерциализации научных результатов через отраслевые комплексы (ОПК), государственные научные организации, государственные корпорации.

3. Организация и регулирование деятельности центров концентрации промышленной инфраструктуры. Имеются ввиду концентрации по типу территории опережающего развития (ТОР), особой экономической зоны (ОЭЗ), моногорода и наукограда).

4. Организация и регулирование деятельности центров концентрации интеллектуального капитала (технопарк, технопарк инноваций, промышленный парк).

5. Поддержка инициативных форм развития рынка технологической, высокотехнологичной и инновационной продукции (государственно-частное партнерство, венчурные и отраслевые фонды (государственный фонд фондов и институт развития венчурного рынка Российской Федерации (АО «РВК»), Фонд содействия развитию малых форм предприятий, Российский инвестиционный фонд информационно-коммуникационных технологий, Фонд развития промышленности).

6. Организация финансирования фундаментальной и прикладной науки (Российский гуманитарный научный фонд, государственные зада-

ния органов государственного управления).

Построение систем управления информацией в сфере государственного управления является актуальным, а главное, востребованным направлением развития информационной экономики. Но, если совершенствование технологий, обеспечивающих накопление, обработку, перемещение информации, происходит очень эффективно, то сфера использования знаний для принятия управленческих решений развивается гораздо более скромными темпами. В системе государственного управления лица, принимающие решения, постоянно сталкиваются с проблемами информационного обеспечения принятия управленческих решений.

Наиболее очевидная трудность заключается в сложности распределения интеллектуальной нагрузки между лицами, участвующими в общем процессе принятия управленческих решений. Вторая проблема может быть названа ростом задач с трудно формализуемым или неизвестным алгоритмом решения. Степень детализации процессов управления информацией обратно пропорциональна восходящему движению лиц, участвующих в процессе принятия управленческих решений — от лиц, обеспечивающих этот процесс, к лицам, организующим этот процесс. Из этой задачи вытекает третья проблема: увеличение числа таких интеллектуальных задач вызывает экспоненциальный рост информации, необходимой для принятия управленческого решения. Это приводит к появлению следующей сопряженной проблемы — перегруженности человека, принимающего решение, информацией, связанной с проблемой определения конечного объема информации, которую он физически способен воспринять и использовать.

Очевидно, что для принятия решения необходимо иметь достоверную и достаточную информацию для выработки управленческого решения. В теории при таких условиях должностное лицо в регламентированные сроки и с необходимым уровнем точности принимает решения. И весь этот процесс происходит с учетом принятой номенклатуры информационных процессов управления. В реальности наблюдается диспропорция в распределении времени между оперативными задачами и интеллектуальными задачами [39]. Теоретически это распределение должно составлять от 20% до 80% — в пользу решения задач интеллектуального характера, на практике распределение составляет 50% на 50%. Поэтому, учитывая реалии, организация информационных систем государственного управления не теряет своей актуальности. В то же время необходимо уточнить, что речь идет о системах, способных обеспечить процесс принятия управленческих решений и в условиях изменяющейся внешней среды (все направления государственного регулирования), и с учетом специфики номенклатуры информационных процессов управления в органах государственной власти и управления.

Использование информационного обеспечения для принятия управленческих решений традиционно делится на два направления: обеспечение управления технологическими процессами и обеспечение организационного (административного) управления. Вне зависимости от направления выделяются основные условия, при которых информационное обеспечение в целом имеет смысл.

Первое условие — наличие заданных пределов информатизации (ранее использовался термин «механизация») процессов управления. Если при-

менить здесь принцип единства формы и содержания, то границы информатизации описывают форму, в которой информационное обеспечение может быть представлено как управляемый объект. В то же время отсутствие благоприятных предпосылок для автоматизации и сложность формообразования процессов являются не только объективным препятствием для решения актуальных задач информатизации, но и перспективным направлением исследований в области развития технологической базы.

Второй – наличие аппарата экономико-математических методов, адекватного современным задачам государственного управления. Это условие дает возможность описать содержание информационного обеспечения как управляемого объекта. При всем многообразии существующих методов принятия управленческих решений выбор конкретного метода (совокупности методов) принятия управленческого решения должен соответствовать ряду допущений, описанных в теории обработки информации [40].

Метод должен характеризоваться достаточным развитием области управления. Достаточность количества и качества информации имеют решающее значение при моделировании процесса принятия и реализации управленческого решения. В свою очередь, контрольная зона с определенным объемом информационного наполнения является основой для создания унифицированной и легко обрабатываемой документации. Документация необходима для разработки технического задания на запуск и мониторинг имитационного моделирования процесса управления. Документация также используется для контроля текущих процессов управления и организации работы задействованных специалистов.

Приведенные основные условия описывают форму и содержание информационного обеспечения государственного управления. Пределы информатизации и методического оснащения процесса управления информацией фактически базируются на развитии современных технических средств управления. В то же время они обеспечивают внедрение и управление информационными системами, которые используются для повышения производительности работы должностных лиц на государственной службе. Нарастающим итогом все эти процессы позволят превратить систему информационного обеспечения в фактор радикального повышения эффективности управленческих решений в государственном управлении.

Заключение

В настоящее время в России еще не вполне завершился системный переход от экономики собственности к информационной экономике, при этом наращивается потенциал перехода от информационной экономики к цифровой. В то же время осознание на государственном уровне знаний как основного фактора и результата профессиональной деятельности должно выражаться в принятии государственных управленческих решений. Особенное значение этот фактор имеет при принятии решений не в области операционной деятельности, а в области инновационного и стабилизационного развития государства [41]. В противном случае результатом системного перехода станет не информационная экономика и, тем более, не цифровая, а экономика повторяющегося развития (экономика имитации).

Точку зрения о том, что знания становятся главным фактором социально-экономического развития в государстве на

макро-, мезо- и микроуровнях, разделяют и общественные, и государственные институты. Результаты исследований показывают, что такая тенденция распространена во многих странах с учетом процессов глобализации, в том числе, на регионы, на государственные и корпоративные организации [42].

В то же время, в отличие от теоретического постулата «ограниченных ресурсов» в экономической теории, знание характеризуется как неисчерпаемое (неограниченное) общественное благо [43]. Можно сказать, что свойства знания как общественного блага и увеличение доли знаний (как особой группы информационных продуктов) в общем объеме общественных благ привели к тому, что постулат «ограниченных ресурсов» был пересмотрен, и это породило иное понимание смешанной экономики [44].

Эволюция информационного продукта проходит, как известно, три этапа: производство знаний, распространение знаний и их использование. Здесь следует заметить, что на уровне экономики государства знания на стадии его производства не являются экономическим ресурсом. Ресурсом они становятся только на этапе использования, когда знания учитываются в мультипликаторе экономического роста. И здесь уместно вспомнить «постулат социального иммунитета» в рамках теории экономической социодинамики (Р. Гринберг, 1997), согласно которому в обществе генетически заложена способность к самосохранению, развитию и осуществлению прыжков на «новые уровни сложности». В свою очередь, государство должно принять социальный запрос и осознать направление такого «скачка». Таким образом, мы исходим из того, что даже при отсутствии каких-либо внешних факторов человеку естественно стре-

миться к производству новых знаний за счет «социального иммунитета». Но в вопросах накопления, распространения и повышения общественной ценности знаний государство может и должно играть ключевую роль.

Именно государство должно поддерживать создание и накопление знаний, но это не может быть конечной целью, потому что тогда цифровая экономика не выйдет за рамки цифровизации, т.е. механиче-

ского перевода в цифру всех имеющихся данных. Это должно быть не целью, а необходимым условием активизации процессов распространения и использования знаний. Механизм заключается в развитии инфраструктуры информационной экономики как платформы для перехода к цифровой экономике.

Реализация такой политики на государственном уровне создаст условия для развития цифровой экономики, в кото-

рой условие открытости и прозрачности данных сочетается с условием равных возможностей для индивидов в экономике (инклюзивная экономика). Другая государственная политика не сможет обеспечить переход к следующему этапу эволюции общественного строя. И тогда даже доступность, распространенность знаний не создаст условий для их применения, несмотря на естественное стремление индивидов создавать и накапливать знания.

Литература

1. Maslov K. The interaction of tax law and administrative law in regulation of information support of tax administration. *System of Financial Law: System of Tax Law*. Brno. 2015. № 515. С. 322–328.
2. Bolvar M.C.R. Political factors for the adoption of different governance models in the provision of public services under Web 2.0 technologies. *Social media: the good, the bad, and the ugly // Lecture notes in computer science*. 2016. № 9844. С. 607–618.
3. Liu S.M., Kim Y. Special issue on internet plus government: New opportunities to solve public problems? // *Government information quarterly*. 2018. № 35(1). С. 88–97.
4. Pelizza A., Hoppe R. Birth of a failure: consequences of framing ICT projects for the centralization of inter-departmental relations // *Administration & Society*. 2018. № 50(1). С. 101–130.
5. Fedorowicz J., Sawyer S., Tomasino A. Governance configurations for inter-organizational coordination: A study of public safety networks // *Journal of information technology*. 2018. № 33(4). С. 326–344.
6. Syunyurenko O.V., Dmitrieva E.Y. The state system for scientific and technical information within the objectives of the digital economy // *Scientific and technical information processing*. 2019. № 46(4). С. 288–297.
7. Utepbergenov I., Bobrov L., Medyankina I., Rodionova Z., Toibaeva, S. About the concept of information support system for innovative economy in the Republic of Kazakhstan // *Studies in Systems, Decision and Control*. 2019. № 199. С. 515–526.
8. Bacior S., Gniadek J., Litwin U., Szweczyk R., Zygmunt M. Innovativeness of making spatial data available as an element of building an information society. *World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS)*. IOP Conference series-earth and environmental science. 2018. № 221. 012085.
9. Krishnan S., Teo T.S.H., Lymm J. Determinants of electronic participation and electronic government maturity: Insights from cross-country data // *International Journal of Information Management*. 2017. № 37(4). С. 297–312.
10. Klievink B. Understanding public-private collaboration configurations for international information infrastructures // *Electronic government*. 2015. № 9248. С. 170–180.
11. An N. Research on government network image under the new era. *Advances in Education Sciences // 2nd International conference on education and education research*. 2015. № 7. С. 3–7.
12. Krotkova E.V. Assessment of the information component of the region's innovation infrastructure (experience of the republic of Tatarstan, the Russian Federation) // *Iioab Journal*. 2018. № 9. С. 216–220.
13. Suaiden E. The future of information systems in an open and transparent government environment. *Ibersid-Revista de sistemas de informacion y documentacion*. 2016. № 10(2). С. 45–51.
14. Shrayberg Y. Information and document space in education, science and culture in the contemporary context of society digitalization. The annual paper presented at the Fifth World Professional Forum «Crimea-2019» // *Nauchnye I tekhnicheskie biblioteki-scientific and technical libraries*. 2019. № 9. С. 3–55.
15. Faizrakhmanov R.A., Mylnikov L.A. The foundations of modeling management processes for innovation projects in production-economics systems // *Automatic documentation and mathematical linguistics*. 2016. № 50(3). С. 84–90.
16. Penkova I.V., Korolev V.A., Butenko E.D., Glazkova I.Y., Eldarov S.K. Crypto Currencies as a modern financial tool of digital economy: global experience of state regulation. // *Perspectives on the use of new information and communication technology*. 2019. № 726. С. 326–334.
17. Olnes S., Jansen A. Blockchain technology as infrastructure in public sector – an analytical framework // *Proceedings of the 19th Annual International conference on digital government research*. 2018. № a77. С. 657–666.
18. Ojo A., Adebayo S. Blockchain as a next generation government information infrastructure:

- a review of initiatives in D5 countries. Government 3.0 – Next Generation Government Technology Infrastructure and Services: Roadmaps, Enabling Technologies & Challenges. 2017. № 32. С. 283–298.
19. Ben Sta H., Ben Rejeb A., Gattoufi S. Dealing with the imperfect data in «Smart-Cities» // Electronic Government and Electronic Participation. 2016. № 23. С. 211–221.
20. Arneson E., Deniz D., Javernick-Will A., Liel A., Dashti S. Information deficits and community disaster resilience. Natural Hazards Review. 2017. № 18(4). 04017010.
21. Petrov L., Stoianov N., Tagarev T. Critical information infrastructure protection model and methodology, based on national and NATO study. Advances in dependability engineering of complex systems. 2018. № 582. С. 350–357.
22. Mohammed S., Kamalrudin M., Al-Shami S.A., Hakimi H., Sidek S. Security readiness model of public organization in smart government: conceptual framework. Test engineering and management. 2020. № 82. С. 12448–12456.
23. Lemke F., Taveter K., Erlenheim R., Pappel I., Draheim D., Janssen M. Stage models for moving from e-government to smart government. Springer. CCIS. 2020. № 1135. С. 152–164.
24. Xie C.M. Research on integration of computer application technology and information management // 4th International workshop on materials engineering and computer sciences. IWMECS. 2019. С. 173–176.
25. Frolov A.L., Osinevich L.M., Feoktistova T.V., Efimova I.A. Digital economy and development of the state regulation system. Vision 2020: Sustainable economic development and application of innovation management. 2018. С. 5249–5255.
26. Ovrelid E., Bygstad B., Hanseth O. Establishing spaces of interplay: the role of discourse in the growth of information infrastructures // Iadis-International journal on computer science and information systems. 2016. № 11(2). С. 31–45.
27. Krishnan S., Lymm J. Determinants of virtual social networks diffusion: Insights from cross-country data // Computers in human behavior. 2016. № 54. С. 691–700.
28. Ignatiev M.B., Karlik A.E., Iakovleva E.A., Platonov V.V. Linguo-combinatorial model for diagnosing the state of human resources in the digital economy. Proceedings of 2018 Xvii Russian Scientific and Practical Conference on Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region. 2019. № 8604217. С. 201–204.
29. Qin Y.C., Ma L.L. The Economic Model and Government Functions in the Context of Big Data. Advances in Education Sciences. 2nd International Conference on Creative Education. 2015. № 10. С. 451–459.
30. Klievink B., Bharosa N., Tan Y.H. The collaborative realization of public values and business goals: Governance and infrastructure of public-private information platforms // Government information quarterly. 2016. № 33 (1). С. 67–79.
31. Ogiela L., Ogiela M.R. Comparison of cognitive information systems supporting management tasks // International conference on intelligent networking and collaborative systems. IEEE Incos. 2015. № 7312048. С. 49–56.
32. Мироедов, А.А. Информационное обеспечение механизмов управления регионом. М.: Финансы и статистика, 2002. 128 с.
33. Nikolakakou N., Bothos E., Mentzas G. A web-based information market to support policy decision making // Lecture notes in computer science. 2016. № 9821. С. 153–161.
34. Апатова Н.В., Бойченко О.В., Герасимова С.В. Модели и информационные системы современной экономики. Симферополь: ДИАЙПИ, 2015. 557 с.
35. North K. Wissensorientierte unternehmens-führung-wertschöpfung durch wissen. Gabler Verlag. 2002. 378 p.
36. Мильнер Б.З. Управление знаниями в инновационной экономике. М.: Экономика; 2009. 648 с.
37. Глазьев С.Ю. Экономическая теория технического развития. М.: Наука; 1990. 230 с.
38. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: Владар; 1993. 310 с.
39. Sarychev Y. Information support is an integral part public administration systems: essence and meaning. Proceedings IEEE International conference on advanced trends in information theory. АТІТ. 2019. № 9030490. С. 214–217.
40. Лутфуллаев Х.С., Ирматов М.И. Основы функционирования АСОИ органов государственного управления. Ташкент: Фан, 1979. 116 с.
41. Мильнер Б.З. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями. Москва: Инфра-М, 2010. 624 с.
42. Денисов В.В. Информационные системы и технологии: анализ и совершенствование. Новосибирск: Издательство НГТУ, 2015. 176 с.
43. Колов Ю.Н. Теория и методология исследования смешанной экономики и ее эволюции. Асиновское: Асино, 2009. 451 с.
44. Гринберг Р.С., Рубинштейн А.Я. Экономическая социодинамика. М.: ИСЭ-ПРЕСС, 2000. 278 с.

References

1. Maslov K. The interaction of tax law and administrative law in regulation of information support of tax administration. *System of Financial Law: System of Tax Law*. Brno. 2015; 515: 322-328.
2. Bolvar M. P. R. Political factors for the adoption of different governance models in the provision of public services under Web 2.0 technologies. *Social media: the good, the bad, and the ugly. Lecture notes in computer science*. 2016; 9844: 607-618.
3. Liu S. M., Kim Y. Special issue on internet plus government: New opportunities to solve public problems? *Government information quarterly*. 2018; 35(1): 88-97.
4. Pelizza A., Hoppe R. Birth of a failure: consequences of framing ICT projects for the centralization of inter-departmental relations. *Administration & Society*. 2018; 50(1): 101-130.
5. Fedorowicz J., Sawyer S., Tomasino A. Governance configurations for inter-organizational coordination: A study of public safety networks. *Journal of information technology*. 2018; 33(4): 326-344.
6. Syuntyurenko O.V., Dmitrieva E.Y. The state system for scientific and technical information within the objectives of the digital economy. *Scientific and technical information processing*. 2019; 46(4): 288-297.
7. Utepbergenov I., Bobrov L., Medyankina I., Rodionova Z., Toibaeva, S. About the concept of information support system for innovative economy in the Republic of Kazakhstan. *Studies in Systems, Decision and Control*. 2019; 199: 515-526.
8. Bacior S., Gniadek J., Litwin U., Szweczyk R., Zygmunt M. Innovativeness of making spatial data available as an element of building an information society. *World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS). IOP Conference series-earth and environmental science*. 2018; 221: 012085.
9. Krishnan S., Teo T.S.H., Lymm J. Determinants of electronic participation and electronic government maturity: Insights from cross-country data. *International Journal of Information Management*. 2017; 37(4): 297-312.
10. Klievink B. Understanding public-private collaboration configurations for international information infrastructures. *Electronic government (Egov 2015)*. 2015; 9248: 170-180.
11. An N. Research on government network image under the new era. *Advances in Education Sciences. 2nd International conference on education and education research*. 2015; 7: 3-7.
12. Krotkova E. V. Assessment of the information component of the region's innovation infrastructure (experience of the republic of Tatarstan, the Russian Federation). *Iioab Journal*. 2018; 9: 216-220.
13. Suaiden E. The future of information systems in an open and transparent government environment. *Ibersid-Revista de sistemas de informacion y documentacion*. 2016; 10(2): 45-51.
14. Shrayberg Y. Information and document space in education, science and culture in the contemporary context of society digitalization. The annual paper presented at the Fifth World Professional Forum "Crimea-2019". *Nauchnye i tekhnicheskie biblioteki-scientific and technical libraries*. 2019; 9: 3-55.
15. Faizrakhmanov R.A., Mylnikov L.A. The foundations of modeling management processes for innovation projects in production-economics systems. *Automatic documentation and mathematical linguistics*. 2016; 50(3): 84-90.
16. Penkova I.V., Korolev V.A., Butenko E.D., Glazkova I.Y., Eldarov S.K. Crypto Currencies as a modern financial tool of digital economy: global experience of state regulation. *Perspectives on the use of new information and communication technology*. 2019; 726: 326-334.
17. Olnes S., Jansen A. Blockchain technology as infrastructure in public sector - an analytical framework. *Proceedings of the 19th Annual International conference on digital government research*. 2018; a77: 657-666.
18. Ojo A., Adebayo S. Blockchain as a next generation government information infrastructure: a review of initiatives in D5 countries. *Government 3.0 - Next Generation Government Technology Infrastructure and Services: Roadmaps, Enabling Technologies & Challenges*. 2017; 32: 283-298.
19. Ben Sta H., Ben Rejeb A., Gattoufi S. Dealing with the imperfect data in «Smart-Cities». *Electronic Government and Electronic Participation*. 2016; 23: 211-221.
20. Arneson E., Deniz D., Javernick-Will A., Liel A., Dashti S. Information deficits and community disaster resilience. *Natural Hazards Review*. 2017; 18(4): 04017010.
21. Petrov L., Stoianov N., Tagarev T. Critical information infrastructure protection model and methodology, based on national and NATO study. *Advances in dependability engineering of complex systems*. 2018; 582: 350-357.
22. Mohammed S., Kamalrudin M., Al-Shami S.A., Hakimi H., Sidek S. Security readiness model of public organization in smart government: conceptual framework. *Test engineering and management*. 2020; 82: 12448-12456.
23. Lemke F., Taveter K., Erlenheim R., Pappe I., Draheim D., Janssen M. Stage models for moving from e-government to smart government. *Springer. CCIS*. 2020; 1135: 152-164.
24. Xie C.M. Research on integration of computer application technology and information management. *4th International workshop on materials engineering and computer sciences. IWMECS*. 2019; 173-176.
25. Frolov A.L., Osinevich L.M., Feoktistova T.V., Efimova I.A. Digital economy and development of the state regulation system. *Vision 2020: Sustainable economic development and application of innovation management*. 2018; 5249-5255.
26. Ovrelid E., Bygstad B., Hanseth O. Establishing spaces of interplay: the role of discourse in

the growth of information infrastructures. *Iadis-International journal on computer science and information systems*. 2016; 11(2): 31-45.

27. Krishnan S., Lymm J. Determinants of virtual social networks diffusion: Insights from cross-country data. *Computers in human behavior*. 2016; 54: 691-700.

28. Ignatiev M.B., Karlik A.E., Iakovleva E.A., Platonov V.V. Linguo-combinatorial model for diagnosing the state of human resources in the digital economy. *Proceedings of 2018 XVII Russian Scientific and Practical Conference on Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region*. 2019; 8604217: 201-204.

29. Qin Y.C., Ma L.L. The Economic Model and Government Functions in the Context of Big Data. *Advances in Education Sciences. 2nd International Conference on Creative Education*. 2015; 10: 451-459.

30. Klievink B., Bharosa N., Tan Y.H. The collaborative realization of public values and business goals: Governance and infrastructure of public-private information platforms. *Government information quarterly*. 2016; 33(1): 67-79.

31. Ogiela L., Ogiela M.R. Comparison of cognitive information systems supporting management tasks. *International conference on intelligent networking and collaborative systems. IEEE Incos*. 2015; 7312048: 49-56.

32. Miroyedov, A.A. *Informatsionnoye obespecheniye mekhanizmov upravleniya regionom = Information support of regional management mechanisms*. Moscow: Finance and Statistics; 2002. 128 p. (In Russ.)

33. Nikolakakou N., Bothos E., Mentzas G. A web-based information market to support policy decision making. *Lecture notes in computer science*. 2016; 9821: 153-161.

34. Apatova N.V., Boychenko O.V., Gerasimova S.V. *Modeli i informatsionnyye sistemy sovremennoy ekonomiki = Models and information systems of the modern economy*. Simferopol: DIAPI; 2015. 557 p. (In Russ.)

35. North K. *Wissensorientierte unternehmensführung-wertschöpfung durch wissen*. Gabler Verlag. 2; 2002. 378 p.

36. Mil'ner B.Z. *Upravleniye znaniyami v innovatsionnoy ekonomike = Knowledge management in an innovative economy*. Moscow: Economics; 2009. 648 p. (In Russ.)

37. Glaz'yev S.Yu. *Ekonomicheskaya teoriya tekhnicheskogo razvitiya = Economic theory of technical development*. Moscow: Science; 1990. 230 p. (In Russ.)

38. Glaz'yev S.Yu. *Teoriya dolgosrochnogo tekhniko-ekonomicheskogo razvitiya = The theory of long-term technical and economic development*. Moscow: VlaDar; 1993. 310 p. (In Russ.)

39. Sarychev Y. Information support is an integral part public administration systems: essence and meaning. *Proceedings IEEE International conference on advanced trends in information theory. ATIT*. 2019; 9030490: 214-217. (In Russ.)

40. Lutfullayev Kh.S., Irmatov M.I. *Osnovy funktsionirovaniya ASOI organov gosudarstvennogo upravleniya = Fundamentals of ASOI functioning of government bodies*. Tashkent: Fan; 1979. 116 p.

41. Mil'ner B.Z. *Innovatsionnoye razvitiye: ekonomika, intellektual'nyye resursy, upravleniye znaniyami = Innovative development: economics, intellectual resources, knowledge management*. Moscow: Infra-M; 2010. 624 p. (In Russ.)

42. Denisov V.V. *Informatsionnyye sistemy i tekhnologii: analiz i sovershenstvovaniye = Information systems and technologies: analysis and improvement*. Novosibirsk: Publishing house of NSTU; 2015. 176 p. (In Russ.)

43. Kolov Yu.N. *Teoriya i metodologiya issledovaniya smeshannoy ekonomiki i yeye evolyutsii = Theory and methodology of the study of the mixed economy and its evolution*. Asinovskoye: Asino; 2009. 451 p. (In Russ.)

44. Grinberg R.S., Rubinshteyn A.YA. *Ekonomicheskaya sotsiodinamika = Economic sociodynamics*. Moscow: ISE-PRESS; 2000. 278 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Наталья Александровна Мамедова

К.э.н., доцент, доцент Базовой кафедры цифровой экономики Института развития информационного общества
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
Эл. почта: Mamedova.NA@rea.ru

Аркадий Ильич Уринцов

Д.э.н., профессор, заведующий Базовой кафедры цифровой экономики Института развития информационного общества
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: Urintsov.AI@rea.ru

Information about the authors

Natalia A. Mamedova

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Basic Department of Digital Economy of the Institute for the Development of the Information Society
Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia
E-mail: Mamedova.NA@rea.ru

Arkadiy I. Urintsov

Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of the Basic Department of Digital Economy at the Institute for the Development of the Information Society
Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia
E-mail: Urintsov.AI@rea.ru

Курс по организации доступного образовательного веб-контента: анализ результатов онлайн-обучения

Цель исследования: анализ результатов обучения вольных слушателей на первом в Российской Федерации онлайн-курсе по разработке доступного образовательного веб-контента. Анализ проблем онлайн-образования показывает, что открытые онлайн-курсы малодоступны для людей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), платформы онлайн-образования часто не соответствуют принципам доступности, преподаватели не имеют опыта обучения методом использования дистанционных образовательных технологий (ДОТ) в электронном обучении (ЭО) лиц с ОВЗ, веб-разработчики мало знакомы с руководящими принципами и политиками веб-доступности. Таким образом, разработка учебных программ и курсов по основам веб-доступности и универсального дизайна для специалистов, реализующих ЭО с использованием ДОТ, относится к актуальным дидактическим задачам.

Материалы и методы. Проанализированы результаты обучения на бесплатном курсе «Веб-доступность в электронном обучении» (платформа Stepik) с 10 февраля по 11 ноября 2020 года (491 слушатель). Для анализа использованы статистические данные, предоставленные Stepik: дата записи слушателя на курс; корректность выполнения заданий и содержание ответов слушателей; результаты успеваемости каждого слушателя по шагам, модулям и итоговому тестированию; количество просмотров, верных и неверных решений для каждого шага; индексы сложности и дискриминативности (различительной способности) заданий для каждого шага. Обработка данных (сортировка, фильтрация и группировка по признакам, расчет коэффициентов взвешивания и средних величин) и графическое представление результатов выполнены в программе Microsoft Excel®. Анализ результатов входного опроса курса выполнен в программе IBM SPSS Statistics 23 методами описательной статистики (построение таблиц частот и сопряженности)

Результаты. Анализ данных записи на курс показал слабую активность пользователей. Успешно завершили обучение 212 (43,2%) записавшихся на курс. Большинство слушателей пропускали факультативные виды работ. При этом, в среднем, пользователи успешно справились с промежуточным и итоговым тестированием. Средние индексы трудности ($0,51 \pm 0,18$) и дискриминативности ($0,35 \pm 0,17$) тестов свидетельствуют о том, что тестовые задания обладают умеренным уровнем сложности. Сравнительный анализ дискриминативности разных типов тестов показал, что кейс-тесты обладают большей различительной способностью ($0,41 \pm 0,15$), чем классические тесты ($0,26 \pm 0,09$) при близких индексах сложности. По данным самооценки, слушатели значительно продвинулись в вопросах формирования доступного образовательного веб-контента (на 55,2%), что согласуется с данными объективной оценки знаний, умений и навыков при итоговом тестировании. **Заключение.** Анализ активности и результатов обучения на курсе «Веб-доступность в электронном обучении» показал, что слушатели целевой категории не всегда осознают необходимость формирования и развития профессиональных компетенций по созданию доступного образовательного веб-контента. Наибольшие проблемы связаны с привлечением аудитории на курс и недостаточной самодисциплиной в связи с дефицитом мотивации слушателей. В сложившихся условиях факультативного подхода к изучению основ веб-доступности недостаточно. Технологии разработки доступного образовательного веб-контента должны преподаваться в качестве обязательной дисциплины на всех этапах непрерывного образования специалистов, участвующих в организации ЭО с использованием ДОТ.

Ключевые слова: веб-доступность, электронное обучение, обучение преподавателей, лица с ограниченными возможностями здоровья, дистанционные образовательные технологии.

Yekaterina A. Kosova

Taurida Academy of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

Course on Educational Web-Content Accessibility: Analysis of Online Learning Results

Purpose of research. The paper deals with the analysis of the learning outcomes of non-degree students in the first online course in the Russian Federation on the development of accessible educational web-content. Analysis of the problems of online education shows that open online courses are inaccessible for people with disabilities, education online platforms do not comply with the principles of accessibility, lecturers do not have experience in teaching methods of using distance learning technologies in e-learning for the people with disabilities, web developers have little knowledge of web accessibility guidelines and policies. Thus, the development of curricula and courses on the basics of web accessibility and universal design for e-learning stakeholders belongs to current didactic tasks.

Materials and methods. The study analyzed the learning outcomes in a free course "Web accessibility in e-learning" (Stepik platform) in

the period from 10 February to 11 November 2020 (491 participants). Statistical data of Stepik used for analysis and included: date of enrollment in the course; the results of tasks' passing and the content of the students' answers; the results of each student's progress in steps, modules and final testing; the number of views, correct and incorrect decisions for each step; indexes of complexity and discriminatory power (distinctiveness) of tasks for each step. Data processing (sorting, filtering and grouping by attributes, calculating weighing coefficients and mean values) and graphical presentation of the results are performed in Microsoft Excel®. The analysis of the starting survey results was carried out in the program IBM SPSS Statistics 23 by methods of descriptive statistics (construction of frequency tables and cross tables).

Results. Analysis of the course enrollment showed weak user activity. 212 (43.2%) enrolled students successfully completed the course. Most

of the students missed the optional types of work. At the same time, on average, users have successfully completed the current and final testing. Difficulty value indexes (0.51 ± 0.18) and discriminatory power indexes (0.35 ± 0.17) of the tests indicate that the test tasks have a moderate level of complexity. A comparative analysis of the discriminative indexes for different types of tests showed that case-tests have a greater discriminative power (0.41 ± 0.15) than classical tests (0.26 ± 0.09) with similar difficulty value indexes. According to self-assessment data, students made significant progress in the formation of accessible educational web-content (by 55.2%), which is consistent with the data of an objective assessment of knowledge, skills and abilities during the final testing.

Conclusion. An analysis of the activity and learning outcomes in the course "Web accessibility in e-learning" showed that target

category of students do not always realize the need for development of professional competencies to create accessible educational web-content. The biggest problems are associated with attracting the audience to the course and insufficient self-discipline due to the lack of motivation of students. Under these circumstances, an optional approach to learning the basics of web accessibility is not enough. Technologies for the development of accessible educational web-content should be taught as a compulsory subject at all stages of lifelong education for specialists involved in the organization of e-learning.

Keywords: web accessibility, e-learning, lecturers' training, persons with disabilities, distance learning technologies.

Введение

Всеобщий переход на режим электронного обучения (ЭО) с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) в период пандемии COVID-19 [1] потребовал новых решений в сфере организации образовательного процесса и актуализации цифровых компетенций специалистов, участвующих в подготовке и осуществлении ЭО. В число таких компетенций входит разработка ресурсов ЭО, которые должны быть доступны для всех обучающихся, в том числе лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). По данным на декабрь 2020 года число обучающихся с ОВЗ в Российской Федерации (РФ) составляло более 1,15 миллиона человек [2] (4,8% от общего количества обучающихся [3]), число лиц с инвалидностью в наиболее продуктивном для профессионального образования возрасте (от 18 до 30 лет) — около 500 тысяч человек [4]. В федеральных государственных образовательных стандартах указывается на необходимость обеспечения таких обучающихся электронными образовательными ресурсами (ЭОР), адаптированными к ограничениям их здоровья [5].

Формирование компетенций по разработке ЭОР, доступных для всех обучающихся, базируется на изучении руководящих принципов и технологий веб-доступности и универсального дизайна в обучении [6–12].

Под веб-доступностью (англ. web accessibility) понимают инклюзивный подход, при котором все компоненты веб-пространства разрабатываются так, чтобы их могли воспринимать, понимать и использовать лица с ОВЗ [13]. Веб-доступность учитывает адаптивные стратегии и ассистивные технологии (вспомогательные аппаратные и программные средства) людей с нарушениями зрения, слуха, речи, опорно-двигательного аппарата, нервной системы, когнитивной и ментальной сфер. Кроме того, соблюдение требований веб-доступности может быть полезно пользователям с временными нарушениями здоровья, ситуационными и техническими ограничениями, а также людям пожилого возраста. К наиболее авторитетным документам в области веб-доступности относятся Руководящие принципы доступности веб-контента (англ. Web Content Accessibility Guidelines, WCAG) [14, 15], разработанные Инициативой по обеспечению веб-доступности (англ. Web Accessibility Initiative, WAI) Международного консорциума всемирной паутины (англ. World Wide Web Consortium, W3C).

Универсальный дизайн в обучении (англ. universal design for learning, UDL) направлен на создание гибких образовательных программ офлайн, онлайн и смешанного обучения, которые могут быть адаптированы ко всем обучающимся без исключения [12]. Универсальность дизайна достигается

путем предоставления обучающимся различных вариантов взаимодействия, деятельности, самовыражения и форм предъявления информации. Рекомендации UDL представляют собой набор инструкций, которые можно применить к любой изучаемой дисциплине, чтобы гарантировать равные возможности обучения для всех обучающихся.

Веб-доступность и универсальный дизайн являются двумя компонентами единого образовательного подхода, при котором для каждого обучающегося, вне зависимости от наличия или отсутствия у него ограничений здоровья, обеспечивается гибкая, доступная, комфортная и продуктивная электронная образовательная среда.

В то же время, анализ проблем онлайн-образования обучающихся с ОВЗ показывает, что массовые открытые онлайн-курсы малодоступны для людей с ограничениями здоровья [16–18], платформы онлайн-образования часто не соответствуют принципам веб-доступности [16, 19–24], преподаватели не имеют опыта обучения методам использования ДОТ в электронном обучении лиц с ОВЗ [25], веб-разработчики мало знакомы с руководящими принципами и политиками веб-доступности [26].

Таким образом, разработка учебных программ и курсов по основам веб-доступности и универсального дизайна в обучении для специалистов, реализующих ЭО с использо-

ванием ДОТ (преподавателей, веб-разработчиков, веб-дизайнеров), относится к актуальным дидактическим задачам.

Целью статьи является анализ результатов обучения вольных слушателей на первом в РФ онлайн-курсе по разработке доступного образовательного веб-контента.

Материал и методы

Ознакомительный бесплатный курс «Веб-доступность в электронном обучении» [27] (далее – курс) разработан и размещен на платформе Stepik.

Создание курса осуществлялось в шесть этапов: педагогический дизайн курса; разработка рабочей программы; подготовка контента курса; размещение курса на образовательной платформе; бета-тестирование курса; отладка курса по результатам бета-тестирования с публикацией и запуском курса 10 февраля 2020 года. При этом использовались стандартные возможности конструктора курсов Stepik. В бета-тестировании принимали участие 28 студентов направлений подготовки 01.03.04 и 01.04.04 «Прикладная математика» факультета математики и информатики Таврической академии Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского (далее – КФУ). Опросный лист для бета-тестирования составлен на основании формы обратной связи Coursera [28]. Авторский контент курса приведен в соответствие с требованиями веб-доступности WCAG 2.1 [15].

Для привлечения пользователей на курс были использованы инструменты SMM (social media marketing), а именно: рассылка приглашений на курс в официальные группы социальной сети ВКонтакте ведущих вузов РФ (всего 44 приглашения); публикация новостей со ссылкой на курс на портале КФУ, на официальных

страницах ВКонтакте ситуационного центра КФУ, факультета математики и информатики Таврической академии КФУ.

Кроме того, к онлайн-обучению привлекались студенты третьего и четвертого курсов направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» в рамках факультатива «Веб-доступность в электронном обучении» (февраль и сентябрь 2020 года), преподаватели КФУ в рамках повышения квалификации по организации электронной информационно-образовательной среды университета (сентябрь-октябрь 2020 года).

Для анализа результатов обучения на курсе использованы следующие статистические данные, предоставленные Stepik: дата записи слушателя на курс; корректность выполнения заданий и содержание ответов слушателей; результаты успеваемости каждого слушателя по шагам, модулям и итоговому тестированию; количество просмотров, верных и неверных решений для каждого шага; индексы сложности и дискриминативности (различительной способности) заданий для каждого шага.

Согласно [29] индекс сложности теста p рассчитывается по формуле: $p = A : N$, где A – количество правильных решений, N – суммарное количество правильных и неправильных решений. Индекс p принимает значение от 0 до 1. Чем ближе к 1, тем проще тест. Для расчета индекса дискриминативности теста D используется формула: $D = (R^L - R^U) : T$, где R^L и R^U – количество правильных решений в группах испытуемых с высокими и низкими показателями успеваемости соответственно, T – общее количество испытуемых в обеих группах [30]. Диапазон измерения индекса – от -1 до 1. Чем ближе значение D к 1, тем лучше различительная способность задания, то есть тем больше

вероятность, что «сильный» студент ответит правильно, а «слабый» ошибется. Значения D от 0,4 и выше говорят о высокой различительной способности задания, ниже 0,2 – о низкой [30].

Обработка указанных данных (сортировка, фильтрация и группировка по признакам, расчет коэффициентов взвешивания и средних величин) и графическое представление результатов выполнены в программе Microsoft Excel®. Анализ результатов входного опроса курса выполнен в программе IBM SPSS Statistics 23 методами описательной статистики (построение таблиц частот и сопряженности).

В настоящем исследовании проанализированы результаты обучения с момента запуска курса по 11 ноября 2020 года включительно. За указанный период (275 дней) на курсе зарегистрирован 491 слушатель.

Методическая система обучения

Программа обучения на курсе направлена на формирование ключевых компетенций по проектированию ресурсов ЭО для всех обучающихся, включая лиц с ОВЗ.

Цель курса – сформировать у слушателей знания о том, как сделать контент онлайн-курсов универсально доступным для всех, включая обучающихся с ОВЗ, в соответствии с актуальными стандартами веб-доступности и подходами к проектированию контента ресурсов ЭО, для дальнейшего применения полученных знаний в практике разработки доступного цифрового образовательного контента, в том числе массовых открытых онлайн-курсов (МООК).

В задачи обучения входит формирование у слушателей следующих знаний и навыков: знание и понимание понятий веб-доступность и универсальный дизайн; умение по-

пуляризировать важность соблюдения правил доступности образовательного веб-контента, с опорой на международные и федеральный стандарты; знание и понимание принципов и положений WCAG 2.1, правил доступности образовательного контента, их взаимосвязи; умение использовать приемы управления контентом веб-страницы без использования мыши и с помощью программы экранного доступа; умение тестировать доступность веб-страниц с помощью методов автоматической и экспертной проверки; умение анализировать результаты тестирования веб-доступности.

К целевой аудитории курса относятся педагоги среднего профессионального и высшего образования, веб-разработчики, веб-дизайнеры и студенты соответствующих направлений подготовки.

Для обучения на курсе слушатели должны обладать базовыми навыками использования информационно-коммуникационных технологий. Обучение рассчитано на равномерную нагрузку в течение двух недель по 4–5 часов в неделю (около 40 минут в день), темп обучения – индивидуальный, слушатели не ограничены расписанием и контрольными датами. Курс включает пять модулей, состоящих из 21 урока, разбитых на 72 шага. Проходить модули можно в произвольном порядке.

В процессе обучения не предусмотрена тьюторская поддержка, обратная связь реализована через диалог слушатель-преподаватель в комментариях к шагам.

Для прохождения курса слушателям необходим графический браузер и программа экранного доступа (на выбор – ChromeVox для Chrome, «Прочитать вслух» для Edge, NVDA для Windows, Narrator в комплекте с Windows, VoiceOver в комплекте с MacOS и iOS, TalkBack в комплекте с Android

или любая другая, поддерживающая озвучивание экрана в браузере и/или устройстве слушателя). В качестве аппаратного обеспечения рекомендовано использовать персональный компьютер, ноутбук, нетбук, планшет или смартфон.

Контент курса состоит из входного опроса, текстовых лекций с иллюстрациями, практикумов, упражнений, 27 кейс-тестов (87% от всех тестов промежуточного оценивания), 19 классических тестов (13% промежуточного оценивания и 100% – итогового). Кейс-тест содержит в формулировке проблемную ситуацию, которая может возникнуть в реальной практике и имеет прямое отношение к тематике курса. Выбранные типы контента полностью согласуются с принципами доступности содержимого веб-ресурсов.

Считается, что слушатель успешно прошел курс, если выполнил суммарно не менее 63% тестов.

Кейс-тесты курса представляют собой многовариантные вопросы с одним или несколькими правильными ответами. Использовано два подхода к дизайну тестов. Первый подход (кейс-вопрос) – когда гипотетическая ситуация, связанная с проблемами доступности, описана в теле вопроса, а варианты ответов даны кратко. Второй

подход (кейс-ответы) – когда кратко сформулирован вопрос, а проблемные ситуации даны в вариантах ответов.

При прохождении курса оценивались только промежуточные и итоговый тесты, выполнение упражнений и практикумов оставалось на усмотрение слушателя. Время прохождения тестов и количество попыток не были ограничены, в таблице успеваемости учитывалась последняя попытка. В начале обучения предусматривалось анкетирование с целью оценки мотивации и готовности слушателей к использованию ДОТ в обучении лиц с ОВЗ.

Результаты обучения

Анализ данных записи на курс показал слабую активность пользователей. В основном регистрировалось не более одного слушателя в день (рис. 1). Пики активности пришлись на периоды факультативов для обучающихся (февраль и сентябрь 2020 г.), курсов повышения квалификации для преподавателей (сентябрь-октябрь 2020 г.), онлайн-рассылок внутри КФУ (февраль, апрель, июнь 2020 г.). Наиболее продуктивными месяцами оказались сентябрь (247 слушателей), февраль (71) и октябрь (62). Всплеск активности

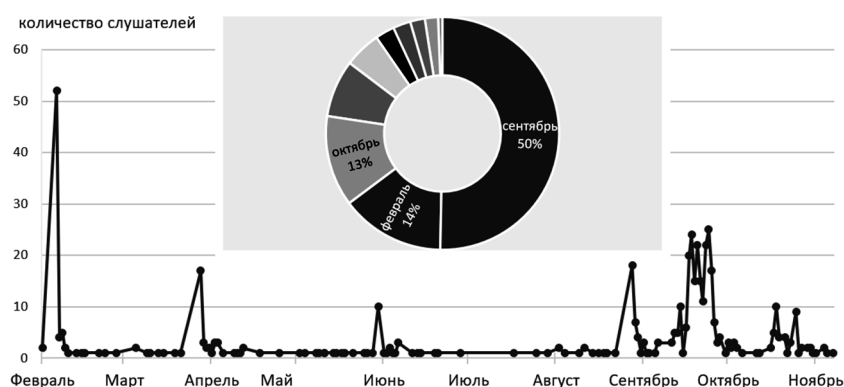


Рис. 1. Распределение частот записи на курс «Веб-доступность в электронном обучении» в 2020 году (график – подневные данные записи на курс в абсолютных единицах; круговая диаграмма – сравнительные данные записи на курс по месяцам в долях от общего количества записавшихся)

**Результаты тестирования слушателей курса
«Веб-доступность в электронном обучении»**

Средний показатель тестирования	Модуль 1, 14 тестов	Модуль 2, 17 тестов	Итоговое тестирование, 15 тестов
Доля правильно решенных тестов, % $\pm \sigma$ (n)*	87,5 $\pm$ 24,7 (288)	87,7 $\pm$ 27,9 (237)	96,3 $\pm$ 14,5 (222)

* n – количество слушателей; σ – стандартное отклонение

в день запуска курса (10 февраля 2020 г.) объяснятся массовой регистрацией на курс студентов, записавшихся на факультатив.

Входное анкетирование прошли 296 человек. В результате установлено, что слушатели оценивали свои стартовые компетенции в области ЭО лиц с ОВЗ преимущественно как слабые (131 человек; 44,3%). Кроме того, 85 респондентов (28,7%) показали, что абсолютно не ориентируются в изучаемом вопросе. Половине опрошенных (146; 49,3%) не были знакомы понятия универсального дизайна и веб-доступности, термины «WCAG» и «Web accessibility» узнали и смогли бы определить, соответственно, 28 (9,5%) и 114 (39,5%) человек. При этом 42,5% (126) опрошенных отметили, что руководствуются требованиями веб-доступности и принципом универсального дизайна при разработке образовательного веб-контента. Почти треть респондентов (89; 30,1%) имели опыт обучения лиц с ОВЗ средствами ДОТ, 51 человек (17,2%) ранее обучались методам использования ДОТ в учебном процессе у лиц с ОВЗ.

Успешно завершили обучение 212 слушателей, что составляет 43,2% от всех записавшихся на курс. Из них 37 человек получили обычные сертификаты (63–89% решенных тестов), 175 – сертификаты с отличием (90–100% решенных тестов). Еще 95 человек не закончили курс, но выполнили ряд заданий и тестов.

182 человека (37,1% от общего количества) записались на курс, но не выполнили ни одного задания, поэтому были исключены из дальнейшего анализа.

В среднем, пользователи успешно справились с промежуточным и итоговым тестированием, о чем свидетельствуют данные, приведенные в табл. 1.

Большинство слушателей пропускали практикумы, не останавливаясь на этом виде факультативных работ. Данные о прохождении практикумов, основанные на комментариях пользователей, выглядят следующим образом: «Интервью с человеком, имеющим ОВЗ» выполнили 15 человек (4,9% от всех обучавшихся на курсе); «Разработка информационного ресурса для иллюстрации проблем доступности» – 11 (3,6%); «Проверка контрастности веб-страниц» – 11 (3,6%); «Проверка общей доступности веб-страниц» – 15 (4,9%); «Экспертный анализ онлайн-курса» – 4 (1,3%).

85% шагов просматривались неоднократно, то есть слушатели возвращались к пройденным урокам для более детального изучения материала. Наибольшее количество просмотров (1079, что составляет 3,5 просмотра на каждого слушателя) имела лекция «Что такое веб-доступность и универсальный дизайн?», а наименьшее (295, на каждого слушателя 0,95 просмотров) – упражнение «Настройка экранного диктора» в практикуме по экспертной оценке веб-доступности. В табл. 2 приведено пошаговое содержание курса с оценкой трудности и дискриминативности тестирования.

Данные об индексах трудности (p) и дискриминативности (D) заданий позволили составить представление о сложности тестов. Так, самым простым для слушателей оказался вопрос итогового тестирования с одиночным выбором: «Для каких ограничений могут быть

проблемой мерцание и вспышки контента?» (допущено 36 ошибок, $p = 0,86$, $D = 0,17$), а самым сложным – кейс-тест с множественным выбором урока 2.5 (1216 ошибок, $p = 0,13$, $D = 0,89$). В среднем по всем тестам, количество успешных и неудачных попыток – 230,3 и 295,3, соответственно.

Средние индексы трудности и дискриминативности (см. табл. 2) свидетельствуют о том, что тестовые задания обладают в целом умеренным уровнем сложности. Не исключено, что введение ограничений на количество попыток решения тестов, может способствовать увеличению показателей сложности.

Сравнительный анализ дискриминативности разных типов тестов показал, что кейс-тесты обладают большей различительной способностью ($D = 0,41 \pm 0,15$, количество вопросов $n = 27$), чем классические тесты ($D = 0,26 \pm 0,09$, $n = 19$) при близких индексах сложности (для кейс-тестов – $p = 0,51 \pm 0,20$; для классических тестов – $p = 0,52 \pm 0,19$). Устранение из выборки выбросов (самых сложных и самых простых тестов) практически не влияет на результат: кейс-тесты – $D = 0,40 \pm 0,16$, $p = 0,52 \pm 0,19$, $n = 25$; классические тесты – $D = 0,27 \pm 0,09$, $p = 0,51 \pm 0,13$, $n = 18$. Относительная погрешность составляет не более 1%.

Перед итоговым тестированием слушателям было предложено самостоятельно оценить, каких результатов они достигли и какие компетенции получили. Результаты самооо-

Программа курса «Веб-доступность в электронном обучении» с оценкой трудности и дискриминативности тестовых шагов

Уроки	Шаги	Тип контента	$p \pm \sigma^*$ ($n = 307$)	$D \pm \sigma^*$ ($n = 307$)
Модуль 1. Веб-доступность и универсальный дизайн				
1.1. Знакомство с курсом	Описание курса	html	—	—
	Знакомство (опрос на готовность, социально-демографические данные, 22 вопроса)	Google Form	—	—
1.2. Что такое веб-доступность и универсальный дизайн?	Лекция	html	—	—
	Кейс-тесты (3 вопроса)	тест	$0,37 \pm 0,07$	$0,41 \pm 0,07$
1.3. Кому нужна веб-доступность? Проблемы дизайна	Лекция	html	—	—
	Кейс-тесты (5 вопросов)	тест	$0,70 \pm 0,05$	$0,26 \pm 0,07$
1.4. Международные стандарты веб-доступности WCAG	Лекция	html	—	—
	Тесты (3 вопроса)	тест	$0,52 \pm 0,15$	$0,25 \pm 0,07$
1.5. Квартет WCAG 2.1	Лекция	html	—	—
	Кейс-тесты (3 вопроса)	тест	$0,37 \pm 0,11$	$0,32 \pm 0,15$
1.6. Практикум	Интервью с человеком, имеющим ОВЗ	html	—	—
Модуль 2. Правила доступности образовательного веб-контента				
2.1. Типы контента в онлайн курсе	Лекция	html	—	—
	Кейс-тесты (3 вопроса)	тест	$0,64 \pm 0,07$	$0,29 \pm 0,02$
2.2. Доступность медиа контента	Лекция	html	—	—
	Кейс-тесты (3 вопроса)	тест	$0,54 \pm 0,32$	$0,45 \pm 0,31$
2.3. Доступность основного контента	Лекция	html	—	—
	Кейс-тесты (3 вопроса)	тест	$0,42 \pm 0,18$	$0,48 \pm 0,18$
2.4. Доступность тестов	Лекция	html	—	—
	Кейс-тесты (2 вопроса), тест (1 вопрос)	тест	$0,53 \pm 0,22$	$0,37 \pm 0,17$
2.5. Доступность математической нотации	Лекция	html	—	—
	Кейс-тесты (3 вопроса)	тест	$0,42 \pm 0,26$	$0,64 \pm 0,25$
2.6. Доступность симуляций	Лекция	html	—	—
	Кейс-тесты (2 вопроса)	тест	$0,47 \pm 0,17$	$0,56 \pm 0,12$
2.7. Практикум	Разработка информационного ресурса для иллюстрации проблем доступности	html	—	—
Модуль 3. Проверка веб-доступности				
3.1. Автоматическая оценка веб-доступности	Лекция	html	—	—
3.2. Практикум	Проверка контрастности веб-страниц	html	—	—
	Проверка общей доступности веб-страниц	html	—	—
3.3. Мануальная оценка веб-доступности	Лекция	html	—	—
3.4. Практикум	Упражнения: 1) работа в Интернет без мыши; 2) проверка структуры веб-страницы; 3) настройка экранного диктора	html	—	—
	Экспертный анализ онлайн-курса	html	—	—
3.5. Подведение итогов	Заключение	html	—	—
	Самооценка достижений	тест	—	—
Модуль 4. Итоговое тестирование				
4.1. Итоговое тестирование	Итоговое тестирование (15 вопросов/шагов)	тест	$0,52 \pm 0,16$	$0,27 \pm 0,10$
Модуль 5. Справочные материалы				
5.1. Глоссарий	Глоссарий	html	—	—
5.2. WCAG 2.1 (полная версия)	WCAG 2.1 (полная версия)	html	—	—
Итоговые показатели трудности и дискриминативности:			$0,51 \pm 0,18$	$0,35 \pm 0,17$

* p — средняя трудность заданий; D — средняя дискриминативность заданий; n — количество слушателей; σ — стандартное отклонение; прочерки в ячейках соответствуют нетестовым шагам, для которых сложность и дискриминативность не оценивалась.

Сравнительные данные итоговой самооценки и итогового тестирования

Знания и умения слушателя (приобретенные компетенции)	Итоговая самооценка, % (n)	Итоговое тестирование*	
		% правильных решений (n)	% успешных попыток
Знание основных определений, стандартов и норм в области веб-доступности и универсального дизайна	90,3 (186)	97,3 (216) 96,8 (215) 97,3 (216) 96,8 (215)	46 60 34 51
Знание и понимание проблем доступности веб-контента (для ОВЗ разных типов)	91,8 (189)	88,3 (196) 97,7 (217) 98,6 (219)	16 84 68
Знание и понимание требований веб-доступности к образовательному контенту (по типам контента)	72,3 (149)	96,4 (214) 96,4 (214)	55 68
Знание и понимание принципов и положений международных стандартов веб-доступности и их связи с требованиями доступности образовательного веб-контента	88,9 (183)	96,4 (214) 95,0 (211) 96,4 (214) 96,4 (214)	42 41 57 53
Знание методик проверки доступности образовательного веб-контента	74,8 (154)	98,2 (218) 97,3 (216)	43 54
Умение определить тип нарушения доступности веб-контента и сформулировать пути исправления ошибки	77,7 (160)	нет вопросов	
Умение оценить и проанализировать доступность образовательного веб-контента с помощью инструментов автоматической проверки и вручную	72,8 (150)	нет вопросов	
Средние показатели, % $\pm \sigma$	81,2 $\pm$ 8,7	96,4 $\pm$ 2,4	51,5 $\pm$ 16,0

* результаты итогового тестирования (всего — 15 тестов, здесь не названы) сгруппированы в соответствии с указанными компетенциями; σ — стандартное отклонение; n — количество слушателей.

ценки оказались достаточно высокими, но ниже, чем объективные показатели тестирования (табл. 3). При этом, средний процент успешных попыток прохождения итоговых тестов составил немногим более 50%, то есть в среднем слушатели правильно отвечали на вопросы со второй попытки. С учетом этой поправки, можно считать, что результаты самооценки и формального оценивания хорошо согласуются между собой.

По данным входного опроса 78 человек (26,0%) оценили свои компетенции в области использования ДОТ в учебном процессе лиц с ОВЗ как «средние и выше». Таким образом, по данным самооценки, слушатели значительно (на 55,2%) продвинулись в вопросах формирования доступного образовательного веб-контента, что согласуется с данными объективной оценки знаний, умений и навыков при итоговом тестировании.

Обсуждение

Разработанный курс является первым русскоязычным МООК по веб-доступности в ЭО. В англоязычном сегменте онлайн-образования обнаружено семь открытых бесплатных курсов по данной тематике на платформах EdX [31], Canvas [32, 33], FutureLearn [34], Coursera [35, 36], Udacity [37]. Контент найденных курсов в большей или меньшей степени затрагивает темы: 1) понятия и руководящие принципы веб-доступности и универсального дизайна в обучении; 2) методы оценки и анализа веб-доступности образовательного веб-контента; 3) методы разработки доступного веб-контента электронных образовательных ресурсов. Материалы нашего курса согласуются с размещенными на англоязычных платформах.

Слабую активность слушателей при записи на курс можно

объяснить несколькими факторами. Во-первых, по данным социологического опроса преподавателей вузов [25], около 50% респондентов не знакомы с понятием веб-доступность, почти 80% никогда не обучались методам использования ДОТ в образовательном процессе лиц с ОВЗ и не имеют представления о важности такого обучения. Во-вторых, курс не индексируется в основных рубриках каталога платформы Stepik, то есть для его обнаружения необходимо осуществить тотальный просмотр перечня курсов и/или поиск по ключевым словам, что затрудняет обнаруживаемость курса для неинформированного пользователя. Однако, перечисленные факторы можно отнести к малозначимым по сравнению с отсутствием внешней мотивации, связанной с необходимостью соблюдения требований веб-доступности образовательных ресурсов как для

веб-разработчиков, так и для преподавателей: в нормативных документах РФ правила доступности ЭО и ДОТ для лиц с ОВЗ носят не директивный, а рекомендательный характер [38].

Анализ дискриминативности кейс-тестов показал эффективность выбранного метода промежуточного оценивания, что согласуется с итогами предыдущих исследований. В частности, авторы [39] в результате рефлексивного опроса онлайн-слушателей выяснили, что 87% опрошенных считают онлайн-обучение на основе конкретных ситуаций важной педагогической технологией, которая способствует применению вновь усвоенных концепций и навыков на практике и развитию навыков критического мышления. Результаты итогового опроса на нашем курсе демонстрируют значительный рост уверенности слушателей в овладении практическими компетенциями.

Требуют обсуждения проблемные места курса, а именно выполнение тестов и практических работ. Во всех тестах, включая итоговый, отсутствовали ограничения на количество попыток и время выполнения. Таким образом, слушатель не был скован рисками потерять баллы в случае неправильного или несвоевременного решения теста, что, как отмечается в работах [40, 41], может приводить к подбору ответов без глубокого обдумывания и повторного обращения к теоретическому материалу или к пропуску вопроса в случае неудачи. Выполнение практических работ и упражнений не предполагало оценивания и, вследствие этого, было воспринято многими слушателями как не обязательное. Большинство слушателей пропускали практикумы, выполняли задания частично или ограничивались просмотром чужих комментариев. Известно, что формирующее оценивание оказывает существенное влияние на качество обучения студентов [42, 43], выполняя измеряющую, обучающую и мотивирующую функции [43–45]. Для выполнения заданий без оценивания необходимо обладать дополнительной внутренней мотивацией и развитыми навыками саморегуляции обучения. В автономном формате, который

предоставляет МООК, у обучающихся могут возникать проблемы с саморегуляцией обучения и самодисциплиной [46, 47], что ожидаемо сказывается на прохождении факультативных уроков и шагов.

Несмотря на перечисленные проблемы, мы полагаем, что существующий дизайн тестов и практикумов допустим для ознакомительного курса. Для программ основного и дополнительного профессионального образования (ДПО) и курсов повышения квалификации, предполагающих сертификацию, необходимо предусматривать крайние сроки выполнения заданий, ограничение количества попыток решения тестов, оценивание всех видов проверочных работ, расширенную обратную связь и возможность тьюторской поддержки обучающихся. Программа ДПО «Универсальный дизайн и веб-доступность в электронном обучении», соответствующая перечисленным требованиям и дополненная практическим модулем по разработке доступного веб-контента, принимает участие в проекте «Персональные цифровые сертификаты» цифровой образовательной платформы Университет 20.35.

Заключение

Анализ активности и результатов обучения на курсе

«Веб-доступность в электронном обучении» показал, что слушатели целевой категории не всегда осознают необходимости формирования и развития профессиональных компетенций по созданию доступного образовательного веб-контента. Наибольшие проблемы связаны с привлечением аудитории на курс и недостаточной самодисциплиной в связи с дефицитом мотивации слушателей. Основной причиной подобного феномена является отсутствие в РФ императивных норм права, принуждающих платформы онлайн образования, веб-разработчиков и преподавателей к строгому соблюдению требований веб-доступности при разработке ЭОР. В то же время стандарты профессионального образования [48, 49], имеющие рекомендательный характер, ориентируют будущих специалистов на уверенное владение указанными компетенциями.

В сложившихся условиях факультативного подхода к изучению основ веб-доступности недостаточно. Технологии разработки доступного образовательного веб-контента должны преподаваться в качестве обязательной дисциплины на всех этапах непрерывного образования специалистов, участвующих в организации ЭО с использованием ДОТ.

Литература

1. The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/. (Дата обращения: 01.02.2021).
2. Дети с особыми образовательными потребностями [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: edu.gov.ru/activity/main_activities/limited_health/. (Дата обращения: 01.02.2021).
3. Гохберг Л.М., Озерова О.К., Саутина Е.В., Шугаль Н.Б. Образование в цифрах: 2020: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2020. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [https://](https://www.hse.ru/primarydata/oc2020)

www.hse.ru/primarydata/oc2020. (Дата обращения: 01.02.2021).

4. Численность инвалидов [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://sfri.ru/analitika/chislennost/chislennost?territory=undefined>. (Дата обращения: 01.02.2021).

5. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (3++) по направлениям бакалавриата [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24>. (Дата обращения: 01.02.2021).

6. Accessibility: Designing and teaching courses for all learners [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://learn.canvas.net/courses/1159>. (Дата обращения: 01.02.2021).

7. Black D.R., Weinberg L.A., Brodwin M.G. Universal design for instruction and learning: A pilot study of faculty instructional methods and attitudes related to students with disabilities in higher education // *Exceptionality Education International*. 2014. Т. 24. № 1. С. 48–64. DOI: 10.5206/eei.v24i1.7710.
8. Coursera Basics of inclusive design for online education [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://www.coursera.org/learn/inclusive-design>. (Дата обращения: 01.02.2021).
9. E-learning accessibility [Электрон. ресурс]. 2018. Режим доступа: https://www.w3.org/WAI/RD/wiki/E-learning_Accessibility. (Дата обращения: 01.02.2021).
10. Roberts K.D., Park H.J., Brown S., Cook B. Universal design for instruction in postsecondary education: A systematic review of empirically based articles // *Journal of Postsecondary Education and Disability*. 2011. Т. 24. № 1. С. 5–15. Режим доступа: http://www.ahead-archive.org/uploads/publications/JPED/jped_24_1/JPED%2024_1%20FINAL%20DOCUMENT.pdf. (Дата обращения: 01.02.2021).
11. Schelly C.L., Davies C.L., Spooner C.L. Student perceptions of faculty implementation of universal design for learning // *Journal of Postsecondary Education and Disability*. 2011. Т. 24. № 1. С. 17–30. Режим доступа: http://www.ahead-archive.org/uploads/publications/JPED/jped_24_1/JPED%2024_1%20FINAL%20DOCUMENT.pdf. (Дата обращения: 01.02.2021).
12. The UDL Guidelines [Электрон. ресурс]. 2018. Режим доступа: <http://udlguidelines.cast.org>. (Дата обращения: 01.02.2021).
13. Introduction to web accessibility [Электрон. ресурс]. 2019. <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/>. (Дата обращения: 01.02.2021).
14. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. [Электрон. ресурс]. 2008. Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>. (Дата обращения: 01.02.2021).
15. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. [Электрон. ресурс]. 2018. Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. (Дата обращения: 01.02.2021).
16. Al-Mouh N., Al-Khalifa A., Al-Khalifa H. A First Look into MOOCs Accessibility: The Case of Coursera // K. Miesenberger et al. (eds) *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science*. 2014. Т. 8547. С. 145–152. DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_22.
17. Ramírez-Vega A., Iniesto F., Rodrigo C. Raising Awareness of the Accessibility Challenges in Mathematics MOOCs // *TEEM 2017 Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, ACM, New York, NY, USA*. 2017. № 92. DOI: 10.1145/3144826.3145435.
18. Косова Е.А., Изетова М.Ю. Доступность массовых открытых онлайн курсов по математике для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья // *Вопросы образования*. 2020. № 1. С. 205–229. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-1-205-229.
19. Sanchez-Gordon S., Luján-Mora S. Implementing Accessibility in Massive Open Online Courses' Platforms for Teaching, Learning and Collaborating at Large Scale // In Andreas Meier, Luis Terán (Eds.), *eDemocracy & eGovernment: Stages of a Democratic Knowledge Society: Springer*, 2019. С. 151–160.
20. Bohnsack M., Puhl S. Accessibility of MOOCs // K. Miesenberger et al. (eds) *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science*. 2014. Т. 8547. С. 141–144. DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_21.
21. Martín J.L., Amado-Salvatierra H.R., Hilera J.R. MOOCs for All: Evaluating the Accessibility of Top MOOC Platforms // *International Journal of Engineering Education*. 2016. Т. 32. № 5–B. С. 2374–2383.
22. Iniesto F., Rodrigo C. Accessibility Assessment of MOOC Platforms in Spanish: UNED COMA, COLMENIA and MiriadaX // *Proceedings of the IEEE International Symposium on Computers in Education (Logrono, Spain, November, 12–14, 2014)*. 2014. С. 169–172. DOI: 10.1109/SIIE.2014.7017724.
23. Ferati M., Mripa N., Bunjaku R. Accessibility of MOOCs for Blind People in Developing Non-English Speaking Countries // *Proceedings of the 8th International Conference Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) (Orlando, July 27–31, 2016)*. 2016. № 500. С. 519–528. DOI: 10.1007/978-3-319-41962-6_46.
24. Akgül, Y. Accessibility Evaluation of MOOCs websites of Turkey // *Journal of Life Economics*. 2018. № 5. С. 23–36. DOI: 10.15637/jlecon.259.
25. Косова Е.А. Мотивация и готовность преподавателей к использованию дистанционных образовательных технологий в обучении студентов с ограниченными возможностями здоровья // *Информатика и образование*. 2020. № 9. С. 43–52. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-9-43-52.
26. Ferati M., Vogel B. Accessibility in Web Development Courses: A Case Study // *Informatics*. 2020. № 7(1). С. 8. DOI: 10.3390/informatics7010008.
27. Косова Е.А. Веб-доступность в электронном обучении [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://stepik.org/course/64025>. (Дата обращения: 01.02.2021).
28. Course Evaluation Form 2.0. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.surveymonkey.com/r/VR9WVPT>. (Дата обращения: 01.02.2021).
29. Crocker L., Algina J. *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. Harcourt, New York, 1986. 527 с.
30. Kelley T., Ebel R., Linacre J.M. *Item Discrimination indices. Rasch Measurement*

Transactions. № 16(3). С. 883–884. [Электрон. ресурс]. 2002. Режим доступа: <https://www.rasch.org/rmt/rmt163a.htm>. (Дата обращения: 01.02.2021).

31. Introduction to Web Accessibility. [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://courses.edx.org/courses/course-v1:W3Cx+WAI0.1x+3T2019/course/>. (Дата обращения: 01.02.2021).

32. Accessibility: Designing and Teaching Courses for All Learners (HE) [Электрон. ресурс]. 2019. Режим доступа: <https://www.canvas.net/browse/empirestate/empirestate-buffalostate/courses/accessibility-designing-teaching>. (Дата обращения: 01.02.2021).

33. Implementing UDL on Canvas (K-12/HE). [Электрон. ресурс]. 2019. Режим доступа: <https://www.canvas.net/browse/innospire/courses/implementing-udl-on-canvas>. (Дата обращения: 01.02.2021).

34. The Online Educator: People and Pedagogy [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://www.futurelearn.com/courses/the-online-educator>. (Дата обращения: 01.02.2021).

35. Basics of Inclusive Design for Online Education. [Электрон. ресурс]. 2021. Режим доступа: <https://www.coursera.org/learn/inclusive-design>. (Дата обращения: 01.02.2021).

36. An Introduction to Accessibility and Inclusive Design [Электрон. ресурс]. 2021. Режим доступа: <https://www.coursera.org/learn/accessibility>. (Дата обращения: 01.02.2021).

37. Web Accessibility [Электрон. ресурс]. 2021. Режим доступа: <https://www.udacity.com/course/web-accessibility--ud891>. (Дата обращения: 01.02.2021).

38. Косова Е.А. Нормативные основания обеспечения доступности электронного обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья в Российской Федерации // Непрерывное образование: XXI век. 2020. № 2(30). DOI: 10.15393/j5.art.2020.5692.

39. Lee S., Lee J., Liu X., Bonk C., Magjuka R. A Review of Case-based Learning Practices in an Online MBA Program: A Program-level Case Study // Educational Technology & Society. 2009. № 12. С. 178–190.

40. Abbakumov D., Desmet C., Van den Noortgate W. Measuring student's proficiency in MOOCs: multiple attempts extensions for the Rasch model // Heliyon. 2018. Т. 4. № 12. e01003. DOI: 10.1016/j.heliyon.2018.e01003.

41. Bergner Y., Choi I., Castellano K. Item Response Models for Multiple Attempts With Incomplete Data // Journal of Educational Measurement. 2019. № 56. С. 415–436. DOI: 10.1111/jedm.12214.

42. Boud D., Falchikov N. Introduction: Assessment for the longer term // In: Boud, D., Falchikov, N. (eds) Rethinking Assessment for Higher Education: Learning for the Longer Term. London: Routledge, 2007. С. 3–13. DOI: 10.4324/9780203964309.

43. Ventista O. Self-assessment in Massive Open Online Courses // E-Learning and Digital Media. 2018. № 15(4). С. 165–175. DOI:10.1177/2042753018784950.

44. Baird J., Andrich D., Hopfenbeck T. Assessment and learning: Fields apart? // Assessment in Education: Principles, Policy & Practice. 2017. № 24 (3). С. 317–350. DOI: 10.1080/0969594X.2017.1319337.

45. Halamish V., Bjork R. When does testing enhance retention? A distribution-based interpretation of retrieval as a memory modifier // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 2011. № 37(4). С. 801–812. DOI: 10.1037/a0023219.

46. Jansen R.S., Van Leeuwen A., Janssen J., Conijn R., Kester L. Supporting learners' self-regulated learning in Massive Open Online Courses // Computers & Education. 2020. № 146. 103771. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103771.

47. Hizam M., Nasir M., Khalid M. Self-Regulated Learning In A Massive Open Online Course: A Review of Literature // European Journal of Interactive Multimedia and Education. 2020. № 1. DOI: 10.30935/ejimed/8403.

48. Приказ Минтруда России от 08.09.2015 №608н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» [Электрон. ресурс]. 2015. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/01.004.pdf>. (Дата обращения: 01.02.2021).

49. Приказ Минтруда России от 18.01.2017 №44н «Об утверждении профессионального стандарта «Разработчик Web и мультимедийных приложений» [Электрон. ресурс]. 2017. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/06.035.pdf>. (Дата обращения: 01.02.2021).

References

1. The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. [Internet]. 2020. Available from: www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/. (cited 01.02.2021).

2. Deti s osobymi obrazovatel'nymi potrebnyami = Children with special educational needs [In-

ternet]. 2020. Available from: edu.gov.ru/activity/main_activities/limited_health/. (cited 01.02.2021). (In Russ.)

3. Gokhberg L.M., Ozerova O.K., Sautina Ye.V., Shugal' N. B. Obrazovaniye v tsifrakh: 2020: kratkiy statisticheskiy sbornik = Education in figures: 2020: a short statistical collection. Moscow: NRU HSE; 2020. [Internet]. Available from: <https://www.>

- hse.ru/primarydata/oc2020. (cited 01.02.2021). (In Russ.)
4. Chislennost' invalidov = The number of disabled people [Internet]. 2020. Available from: <https://sfri.ru/analitika/chislennost/chislennost?territory=undefined>. (cited 01.02.2021). (In Russ.)
 5. Federal'nyy gosudarstvennyy obrazovatel'nyy standart vysshego obrazovaniya (3++) po napravleniyam bakalavriata = Federal state educational standard of higher education (3++) in the areas of bachelor's degree [Internet]. 2020. Available from: <http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24>. (cited 01.02.2021). (In Russ.)
 6. Accessibility: Designing and teaching courses for all learners [Internet]. Available from: <https://learn.canvas.net/courses/1159>. (cited 01.02.2021).
 7. Black D.R., Weinberg L.A., Brodwin M.G. Universal design for instruction and learning: A pilot study of faculty instructional methods and attitudes related to students with disabilities in higher education. *Exceptionality Education International*. 2014; 24; 1: 48–64. DOI: 10.5206/eei.v24i1.7710.
 8. Coursera Basics of inclusive design for online education [Internet]. 2020. Available from: <https://www.coursera.org/learn/inclusive-design>. (cited 01.02.2021).
 9. E-learning accessibility [Internet]. 2018. Available from: https://www.w3.org/WAI/RD/wiki/E-learning_Accessibility. (cited 01.02.2021).
 10. Roberts K.D., Park H.J., Brown S., Cook B. Universal design for instruction in postsecondary education: A systematic review of empirically based articles. *Journal of Postsecondary Education and Disability*. 2011; 24; 1: 5–15. Available from: http://www.ahead-archive.org/uploads/publications/JPED/jped_24_1/JPED %2024_1 %20FINAL %20DOCUMENT.pdf. (cited 01.02.2021).
 11. Schelly C.L., Davies S.L., Spooner C.L. Student perceptions of faculty implementation of universal design for learning. *Journal of Postsecondary Education and Disability*. 2011; 24; 1: 17–30. Available from: http://www.ahead-archive.org/uploads/publications/JPED/jped_24_1/JPED %2024_1 %20FINAL %20DOCUMENT.pdf. (cited 01.02.2021).
 12. The UDL Guidelines [Internet]. 2018. Available from: <http://udlguidelines.cast.org>. (cited 01.02.2021).
 13. Introduction to web accessibility [Internet]. 2019. <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/>. (cited 01.02.2021).
 14. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. [Internet]. 2008. Available from: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>. (cited 01.02.2021).
 15. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. [Internet]. 2018. Available from: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. (cited 01.02.2021).
 16. Al-Mouh N., Al-Khalifa A., Al-Khalifa H. A First Look into MOOCs Accessibility: The Case of Coursera. K. Miesenberger et al. (eds) *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science*. 2014; 8547: 145–152. DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_22.
 17. Ramírez-Vega A., Iniesto F., Rodrigo C. Raising Awareness of the Accessibility Challenges in Mathematics MOOCs. *TEEM 2017 Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, ACM, New York, NY, USA*. 2017: 92. DOI: 10.1145/3144826.3145435.
 18. Kosova Ye A., Izetova M.Yu. Availability of massive open online courses in mathematics for students with disabilities. *Voprosy obrazovaniya = Education Issues*. 2020; 1: 205–229. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-1-205-229. (In Russ.)
 19. Sanchez-Gordon S., Luján-Mora S. Implementing Accessibility in Massive Open Online Courses' Platforms for Teaching, Learning and Collaborating at Large Scale. In Andreas Meier, Luis Terán (Eds.), *eDemocracy & eGovernment: Stages of a Democratic Knowledge Society*: Springer, 2019: 151–160.
 20. Bohnsack M., Puhl S. Accessibility of MOOCs. K. Miesenberger et al. (eds) *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science*. 2014; 8547: 141–144. DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_21.
 21. Martín J.L., Amado-Salvatierra H.R., Hilera J.R. MOOCs for All: Evaluating the Accessibility of Top MOOC Platforms. *International Journal of Engineering Education*. 2016; 32; 5–B: 2374–2383.
 22. Iniesto F., Rodrigo C. Accessibility Assessment of MOOC Platforms in Spanish: UNED COMA, COLMENIA and MiriadaX. *Proceedings of the IEEE International Symposium on Computers in Education (Logrono, Spain, November, 12–14, 2014)*. 2014: 169–172. DOI: 10.1109/SIIE.2014.7017724.
 23. Ferati M., Mripa N., Bunjaku R. Accessibility of MOOCs for Blind People in Developing Non-English Speaking Countries. *Proceedings of the 8th International Conference Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) (Orlando, July 27–31, 2016)*. 2016; 500: 519–528. DOI: 10.1007/978-3-319-41962-6_46.
 24. Akgül, Y. Accessibility Evaluation of MOOCs websites of Turkey. *Journal of Life Economics*. 2018; 5: 23–36. DOI: 10.15637/jlecon.259.
 25. Kosova Ye. A. Motivation and readiness of teachers to use distance learning technologies in teaching students with disabilities. *Informatika i obrazovaniye = Informatics and Education*. 2020; 9: 43–52. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-9-43-52. (In Russ.)
 26. Ferati M., Vogel B. Accessibility in Web Development Courses: A Case Study. *Informatics*. 2020; 7(1): 8. DOI: 10.3390/informatics7010008.
 27. Kosova Ye. A. Veb-dostupnost' v elektronnom obuchenii [Internet]. 2020. Available from: <https://stepik.org/course/64025>. (cited 01.02.2021).
 28. Course Evaluation Form 2.0. [Internet]. Available from: <https://www.surveymonkey.com/r/VR9WVPT>. (cited 01.02.2021).
 29. Crocker L., Algina J. *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. Harcourt, New York, 1986. 527 p.

30. Kelley T., Ebel R., Linacre J.M. Item Discrimination indices. *Rasch Measurement Transactions*. 2002; 16(3): 883–884. [Internet]. Available from: <https://www.rasch.org/rmt/rmt163a.htm>. (cited 01.02.2021).
31. Introduction to Web Accessibility. [Internet]. 2020. Available from: <https://courses.edx.org/courses/course-v1:W3Cx+WAI0.1x+3T2019/course/>. (cited 01.02.2021).
32. Accessibility: Designing and Teaching Courses for All Learners (HE) [Internet]. 2019. Available from: <https://www.canvas.net/browse/empirestate/empirestate-buffalostate/courses/accessibility-designing-teaching>. (cited 01.02.2021).
33. Implementing UDL on Canvas (K-12/HE). [Internet]. 2019. Available from: <https://www.canvas.net/browse/innospire/courses/implementing-udl-on-canvas>. (cited 01.02.2021).
34. The Online Educator: People and Pedagogy [Internet]. 2020. Available from: <https://www.futurelearn.com/courses/the-online-educator>. (cited 01.02.2021).
35. Basics of Inclusive Design for Online Education. [Internet]. 2021. Available from: <https://www.coursera.org/learn/inclusive-design>. (cited 01.02.2021).
36. An Introduction to Accessibility and Inclusive Design [Internet]. 2021. Available from: <https://www.coursera.org/learn/accessibility>. (cited 01.02.2021).
37. Web Accessibility [Internet]. 2021. Available from: <https://www.udacity.com/course/web-accessibility--ud891>. (cited 01.02.2021).
38. Kosova Ye.A. Normative grounds for ensuring the accessibility of e-learning for persons with disabilities in the Russian Federation. *Nepreryvnoye obrazovaniye: XXI vek = Continuing education: XXI century*. 2020; 2(30). DOI: 10.15393/j5.art.2020.5692. (In Russ.)
39. Lee S., Lee J., Liu X., Bonk C., Magjuka R. A Review of Case-based Learning Practices in an Online MBA Program: A Program-level Case Study. *Educational Technology & Society*. 2009; 12: 178–190.
40. Abbakumov D., Desmet S., Van den Noortgate W. Measuring student's proficiency in MOOCs: multiple attempts extensions for the Rasch model. *Heliyon*. 2018; 4: 12. e01003. DOI: 10.1016/j.heliyon.2018.e01003.
41. Bergner Y., Choi I., Castellano K. Item Response Models for Multiple Attempts With Incomplete Data. *Journal of Educational Measurement*. 2019; 56: 415–436. DOI: 10.1111/jedm.12214.
42. Boud D., Falchikov N. Introduction: Assessment for the longer term. In: Boud, D., Falchikov, N. (eds) *Rethinking Assessment for Higher Education: Learning for the Longer Term*. London: Routledge; 2007: 3–13. DOI: 10.4324/9780203964309.
43. Ventista O. Self-assessment in Massive Open Online Courses. *E-Learning and Digital Media*. 2018; 15(4): 165–175. DOI:10.1177/2042753018784950.
44. Baird J., Andrich D., Hopfenbeck T. Assessment and learning: Fields apart?. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. 2017; 24(3): 317–350. DOI: 10.1080/0969594X.2017.1319337.
45. Halamish V., Bjork R. When does testing enhance retention? A distribution-based interpretation of retrieval as a memory modifier. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2011; 37(4): 801–812. DOI: 10.1037/a0023219.
46. Jansen R.S., Van Leeuwen A., Janssen J., Conijn R., Kester L. Supporting learners' self-regulated learning in Massive Open Online Courses. *Computers & Education*. 2020; 146: 103771. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103771.
47. Hizam M., Nasir M., Khalid M. Self-Regulated Learning In A Massive Open Online Course: A Review of Literature. *European Journal of Interactive Multimedia and Education*. 2020; 1. DOI: 10.30935/ejimed/8403.
48. Prikaz Mintruda Rossii ot 08.09.2015 №608n «Ob utverzhdenii professional'nogo standarta «Pedagog professional'nogo obucheniya, professional'nogo obrazovaniya i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya» = Order of the Ministry of Labor of Russia dated 09/08/2015 No. 608n “On approval of the professional standard” Teacher of vocational training, vocational education and additional vocational education” [Internet]. 2015. Available from: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/01.004.pdf>. (cited 01.02.2021). (In Russ.)
49. Prikaz Mintruda Rossii ot 18.01.2017 №44n «Ob utverzhdenii professional'nogo standarta «Razrabotchik Web i mul'timediynykh prilozheniy» = Order of the Ministry of Labor of Russia dated January 18, 2017 No. 44n “On the approval of the professional standard” Developer of Web and multimedia applications” [Internet]. 2017. Available from: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/06.035.pdf>. (cited 01.02.2021). (In Russ.)

Сведения об авторе

Екатерина Алексеевна Косова

К.п.н, доцент, доцент кафедры прикладной математики,
Таврическая академия Крымского федерального
университета им. В. И. Вернадского,
Симферополь, Россия
Эл. почта: lynx99@inbox.ru

Information about the author

Yekaterina A. Kosova

Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Applied
Mathematics
Taurida Academy of V.I. Vernadsky Crimean
Federal University, Simferopol, Russia
E-mail: lynx99@inbox.ru

Междисциплинарный дистанционный практикум для студентов ИТ-направлений

Цель исследования. Цель исследования состоит в разработке предложений по развитию и использованию технологий автоматической проверки решений учебных задач в процессе формирования профессиональных компетенций студентов ИТ-направлений в информационной образовательной среде. В статье проанализирован опыт авторов, полученный при разработке и эксплуатации дистанционного практикума для студентов ИТ-направлений, в котором реализованы функции автоматической проверки решений задач по различным профильным дисциплинам. Такой подход позволил повысить эффективность обучения как в процессе аудиторных занятий, так и при организации самостоятельной работы студентов.

Методы и материалы. В статье представлены ключевые моменты разработки и развития дистанционного практикума, обоснована его концепция, согласно которой практикум является междисциплинарным ресурсом, в котором функция автоматической проверки решений задач является подчинённой по отношению к основной функции развития и закрепления умений и навыков, необходимых ИТ-специалисту. Представлен подход к организации автоматической проверки путём тестирования программного кода, разработанного студентом в процессе решения учебной задачи, предложено расширение данного подхода для организации автоматической проверки в случаях, когда решением задачи является не программный код, а, например, схема, модель или текстовый документ, оформленные в соответствии с регламентированными правилами. Обосновано архитектурное решение и некоторые особенности реализации дистанционного практикума, определена его роль в учебном процессе.

Результаты. Приводятся результаты использования практикума в процессе преподавания различных курсов. Наиболее показательны результаты обучения программированию, поскольку в этом качестве ресурс используется уже более 15 лет — за это время накоплен обширный опыт его использования, проанализированы результаты обучения, выявлены и решены некоторые проблемы. Представлен пример использования практикума в курсе «Математическая логика и теория алгоритмов», в котором реализация автоматической проверки решений задач потребовала нестандартных решений по доработке практикума. Представлена дополнительная полезная функция практикума как средства развития англоязычной компетенции.

Заключение. Результаты исследования показывают, что технологии автоматической проверки решений учебных задач и программные средства на их основе являются эффективным способом развития профессиональных умений и навыков студентов ИТ-направлений. Опросы работодателей выпускников ИТ-направлений позволяют сделать вывод о наличии явной зависимости между результатами работы студентов, зафиксированными в дистанционном практикуме в процессе обучения, и их успехами в профессиональной деятельности после окончания вуза. Многие из выпускников продолжают использовать практикум для дальнейшего развития и тренировки своих профессиональных навыков — ресурс является открытым.

Ключевые слова: информационная образовательная среда, дистанционный практикум для студентов ИТ-направлений, автоматическая проверка решений задач, профессиональные навыки ИТ-специалиста.

Igor A. Andrianov, Svetlana U. Rzhetskaya, Marina V. Kharina

Vologda State University, Vologda, Russia

Interdisciplinary Distance Learning Workshop for IT Students

Purpose of research. The purpose of research is to present proposals for the development and use of technologies for automatic checking of problem solutions in the process of forming professional competencies of students of IT-directions in the information educational environment. The article analyzes the authors' experience gained during the development and operation of a distance learning workshop for IT students, which implements the functions of automatic checking of problem solutions in various specialized disciplines. This approach made it possible to increase the effectiveness of teaching both in the process of classroom studies and in the organization of independent work of students.

Methods and materials. The article presents the key points of the creation and development of the distance learning workshop, justifies its concept, according to which the learning workshop is an interdisciplinary resource, in which the function of automatic checking of problem solutions is subordinate to the main function of developing and consolidating the skills and abilities of an IT specialist. An approach to organizing automatic checking by testing the program code developed by a student in the process of solving an educational problem is presented, and an extension of this approach is proposed for organizing automatic checking in cases where the solution is not the program code, but, for example, a diagram, model or text document designed in accordance with the regulated rules. The architectural solution and some features of the implementation of the distance learning workshop are justified, its role in the educational process is determined.

Results. The results of the use of the learning workshop in the process of teaching various courses are presented. The results of training in programming are the most significant, since this resource has been used for more than 15 years — during this time, extensive experience has been accumulated in its use, the results of training have been analyzed, and some problems have been identified and solved. An example of using the learning workshop in the course “Mathematical Logic and Theory of Algorithms” is presented, in which the implementation of automatic checking of problem solutions required non-standard solutions to refine the learning workshop. An additional useful function of the learning workshop as the means of developing English-language competence is presented.

Conclusion. The results of the study show that the technologies of automatic checking of problem solutions and software based on them are an effective way to develop the professional skills of students of IT areas. Surveys of employers of graduates of IT areas allow us to conclude that there is a relationship between the results of students' work recorded in a distance learning workshop during training, and their success in professional activities after graduation. Many of the graduates continue to use the learning workshop to further develop and train their professional skills — the resource is open.

Keywords: information educational environment, distance learning workshop for IT students, automatic checking of problem solutions, professional skills of IT specialist.

Введение

Подготовка ИТ-специалистов в вузе — это длительный непрерывный процесс постепенного накопления профессиональных знаний и умений в ходе изучения различных дисциплин образовательной программы. Например, компетенции в области разработки программного обеспечения включают проектирование архитектур программных продуктов, структур данных и алгоритмов, владение несколькими языками программирования и инструментальными средствами разработки, навыки реализации и тестирования программного кода, умение работать с базами данных и многие другие навыки, в том числе, уверенное владение английским языком. Такие сложные компетенции развиваются в процессе изучения различных дисциплин. В связи с этим возникает актуальная проблема поддержки непрерывного междисциплинарного процесса развития профессиональных навыков ИТ-специалиста в информационной образовательной среде.

Сложность решения проблемы заключается в том, что для обучения многим дисциплинам ИТ-направлений недостаточно возможностей, предоставляемых типовой системой дистанционного обучения, например, MOODLE, которая широко используется в российских университетах. Конечно, для освоения профильных дисциплин требуется изучить немало теоретического материала, полезно выполнить тесты на его усвоение. Тем не менее, основной способ формирования профессиональных навыков состоит в самостоятельном (под контролем преподавателя и с поддержкой образовательной среды) решении задач и выполнении ИТ-проектов с постепенным возрастанием их сложности.

Вопросам усиления практической направленности под-

готовки ИТ-специалистов в вузе посвящено большое количество публикаций, например, в [1] содержится анализ требований к профессиональным умениям ИТ-специалистов, в [2] и [3] предлагаются конкретные способы усиления практической направленности обучения. Имеется немало электронных обучающих ресурсов, предназначенных для тренировки различных ИТ-навыков. Это программные средства для обучения программированию, например, представленные в [4], веб-ресурсы для тренировки навыков программирования и разработки SQL-запросов (в качестве примеров можно привести IDVN и SQL-EX). На различных платформах MOOCs размещены учебные курсы с хорошей компьютерной поддержкой процесса тренировки отдельных ИТ-навыков. Однако, каждый из перечисленных ресурсов рекомендуется студентам только в качестве дополнительного средства при изучении какой-либо конкретной дисциплины. Для поддержки непрерывного процесса развития компетенций студентов ИТ-направлений требуется междисциплинарный ресурс, соответствующий учебному процессу технического вуза [5], образовательным и профессиональным стандартам. Взаимосвязь ФГОС и профессиональных стандартов анализируется в [6].

В статье представлен дистанционный практикум (тренажёр ИТ-навыков), разработанный в Вологодском государственном университете, который используется в процессе преподавания целого ряда профильных дисциплин. Данный ресурс является открытым, он доступен по адресу atpp.vstu.edu.ru/acm. Дистанционный практикум является неотъемлемой частью информационной среды для обучения студентов нескольких ИТ-направлений, он

успешно применяется в учебном процессе более 15 лет. Всё это время ресурс активно развивается в русле общего развития средств электронного обучения. Представим историю развития, современное состояние дистанционного практикума и его использование при подготовке специалистов ИТ-направлений.

История появления и развития ресурса

Первоначально дистанционный практикум был задуман и реализован как эффективное средство обучения программированию в вузе. Идея создания ресурса возникла в процессе подготовки студентов к соревнованиям по спортивному программированию. К тому времени во всём мире уже успешно использовались системы автоматического онлайн тестирования решений задач при проведении различных соревнований по программированию. Яркий пример — командный студенческий чемпионат мира по программированию ICPC, который проводится все годы его существования с использованием системы автоматического тестирования решений [7].

При тестировании решений применяется следующая концепция. Решение задачи (текст программы на одном из языков программирования) рассматривается в виде черного ящика. Система автоматического тестирования содержит набор тестов для проверки каждой задачи. Она запускает решение с различными тестовыми данными и сравнивает результат с верными данными теста (или выполняет более сложные действия по проверке). Решение считается верным, если пройдены все тесты [8].

Познакомившись с несколькими такими системами в рамках тренировок и соревнований по программированию [9], авторы пришли к выводу, что принцип онлайн-провер-

ки можно и нужно применять и при проведении обычных практических занятий по программированию, а также при организации самостоятельной работы студентов. Однако, оказалось, что имеющиеся системы не подходят в полной мере для целей систематизированного обучения программированию и алгоритмизации по следующим причинам:

- банк заданий включает в основном задачи олимпиадного уровня сложности;
- рассмотренные системы предназначены для проверки решений, при этом обучающих возможностей недостаточно (например, система не помогает студенту найти ошибку в решении задачи, а лишь констатирует наличие ошибки);
- не хватает возможностей по созданию сценариев обучения.

В связи с этим была поставлена и решена задача разработки обучающего веб-ресурса, в котором функция автоматического тестирования решений студентов является подчинённой по отношению к функциям обучения. Тем не менее, наличие функции автоматического тестирования решений позволяет использовать ресурс в качестве эффективного средства организации самостоятельной работы студентов. Из обучающих функций в первую очередь были реализованы: помощь студенту при решении задачи в виде подсказок, облегчающих процесс локализации и исправления ошибок в неверном решении, поддержка сценариев обучения, отбор лучших решений по каждой задаче по критерию быстродействия и требуемых аппаратных ресурсов (студентам, сдавшим задачу, доступен исходный текст ее лучшего решения).

Идеи междисциплинарности и компетентностного подхода к обучению были заложены в практикуме изначально в процессе его реализации. При формировании банка за-

дач было решено отказаться от систематизации задач в соответствии с дисциплинами учебного плана. Вместо этого используется более общее понятие темы. Каждая тема позволяет развивать определённые компетенции и может относиться к конкретной дисциплине или её разделу, а может быть междисциплинарной. Темы организованы в виде иерархической структуры, в которой количество уровней иерархии не ограничено. Каждая задача относится к одной или нескольким различным темам.

Наполнение банка задач оказалось самым трудоёмким процессом при создании ресурса, поскольку для выполнения автоматического тестирования решений необходимо подготовить полный набор тестов для каждой задачи. Некоторые задачи требуют разработки индивидуальной проверяющей программы. Первая версия практикума содержала чуть более 200 задач, в настоящее время их уже больше 2000.

В базе данных практикума фиксируются все детальные сведения о работе каждого студента. Имеется возможность формирования отчётности по каждому занятию, каждому студенту или группе. Это даёт возможность преподавателю полностью контролировать процесс обучения.

На протяжении многолетнего процесса эксплуатации ресурса его концепции и описанная выше базовая функциональность остались неизменными. Тем не менее, все эти годы дистанционный практикум находится в постоянном развитии в соответствии с общими тенденциями эволюции средств электронного обучения [10, 11]. Анализируя этот процесс, можно выделить такие основные направления развития ресурса:

- междисциплинарность;
- активное обучение;
- интеллектуализация.

Междисциплинарность.

В этом направлении развитие ресурса наиболее ощутимо. Обучение программированию постепенно дополнялось функциями обучения другим ИТ-навыкам. Из наиболее значимых выделим обучение технологиям баз данных, функциям администрирования операционных систем, организации вычислительных сетей, математической логике и алгоритмизации. Далее мы представим опыт использования ресурса, в том числе, междисциплинарный.

Поддержка активного обучения. Концепция активного обучения, которая предполагает активное участие, самостоятельность и инициативу обучающегося, является базовой при подготовке ИТ-специалистов. В нашем случае самостоятельность студента ограничена только списком заданий, обязательных для выполнения, который может назначить преподаватель. В процессе самостоятельной работы студентам разрешено выбирать любые задания для решения, любые из поддерживаемых языков программирования и имеющихся компиляторов/интерпретаторов. Для поддержки элементов состязательности в практикуме ведётся общая рейтинговая таблица результатов обучающихся. С этой же целью было реализовано проведение турниров по программированию, в том числе виртуальных (когда участники стартуют в разное время), реализованы различные способы формирования рейтинговой таблицы. Эти возможности позволили использовать практикум для проведения различных соревнований, в том числе муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по программированию [12].

Интеллектуализация. Поощрение самостоятельности и инициативы студентов не исключает, а, наоборот, требует ненавязчивого и доброжелатель-

ного направления их деятельности в нужное русло с целью достижения максимального обучающего эффекта [13]. С этой целью в дистанционный практикум был добавлен электронный «помощник», который выполняет автоматический подбор тренировочных заданий, исходя из подготовленности студента и трудности задания [14]. Постоянно развиваются средства анализа результатов обучения, мониторинга поведения студентов и их активности в практикуме, ведётся контроль и анализ непрерывно пополняющегося банка заданий. Все перечисленные функции реализованы на основе методов искусственного интеллекта [5].

Далее кратко представим организацию ресурса, при этом коснёмся ещё ряда функций, которые, на взгляд авторов, достойны внимания.

2. Архитектурное решение и особенности реализации ресурса

Архитектура системы, представленная на рис. 1, поддерживает классическую концепцию клиент-сервер.

Пользователь взаимодействует с веб-браузером, который посылает запросы через Интернет на веб-сервер. На веб-сервере расположены FastCGI-скрипты, обрабатывающие запросы пользователя и формирующие html-страницы на основе шаблонов и содержимого базы данных. Непосредственно тестирование решений выполняет проверяющий сервер. В процессе работы он использует некоторый набор компиляторов и интерпретаторов, которые добавляются и настраиваются администратором системы. Связь проверяющего сервера и подсистемы взаимодействия с пользователем осуществляется только через общую базу данных. Такое архитектурное решение позволяет при необходимости запустить несколь-

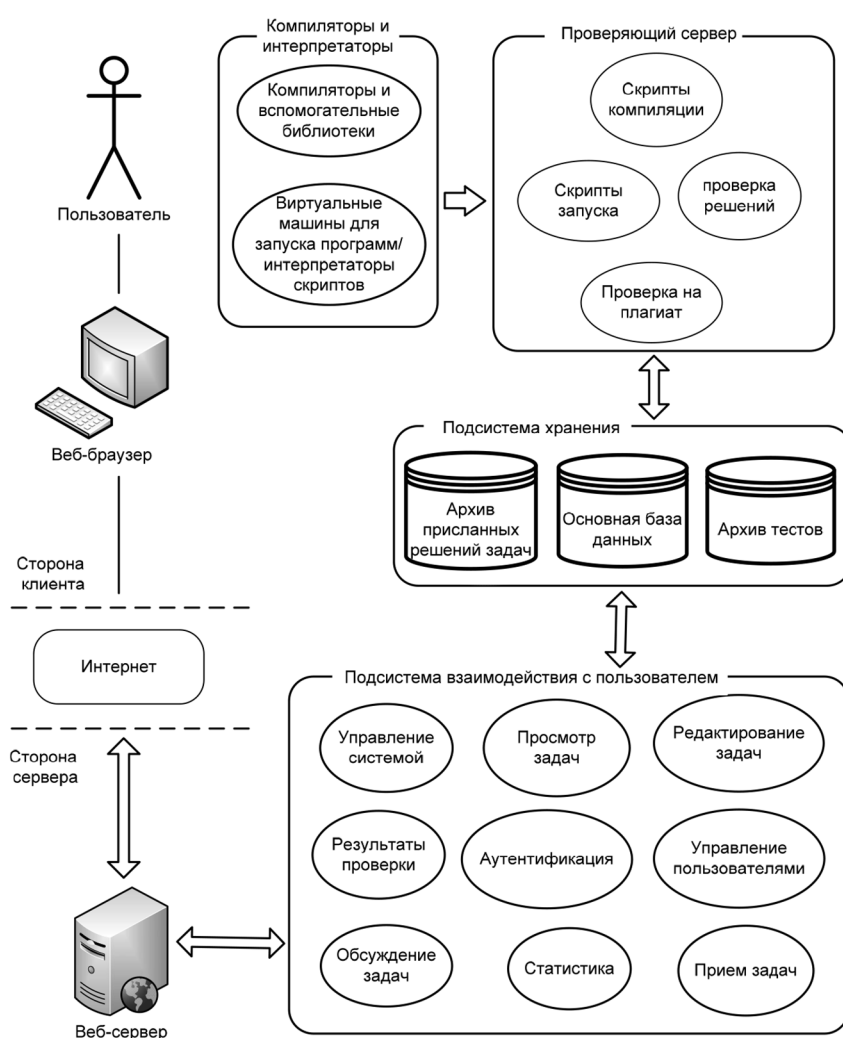


Рис. 1. Общая архитектура дистанционного практикума

ко проверяющих серверов в рамках локальной сети или на одном многопроцессорном компьютере.

Кратко представим функции и возможности основных модулей системы.

Центральное место в системе занимает модуль проверки решений, который реализует запуск решений на тестовых входных данных и проверяет результаты их работы. Он также контролирует соблюдение ограничений по использованию процессорного времени, памяти, предотвращает доступ к запрещенным ресурсам (например, сети).

Модуль обнаружения плагиата позволяет выявлять подозрительно похожие решения, которые, к сожалению, встречаются в процессе работы

некоторых студентов с практиком. В реализации данного модуля использован оригинальный подход, при котором выполняется сравнение не исходного кода, а откомпилированных программных модулей [15, 16]. Это позволяет успешно бороться с умышленными модификациями чужого кода (вставка заведомо невыполняемого кода или неиспользуемых данных, переименование идентификаторов и др.)

Модуль аутентификации выполняет подтверждение подлинности пользователя. Используется стандартная схема аутентификации «Digest», которая исключает возможность перехвата пароля по сети. Реализована функция восстановления забытого пароля по электронной почте.

Модуль просмотра задач отображает доступные для пользователя задачи, систематизированные по темам. Темы отображаются в виде иерархической структуры.

Модуль редактирования задач позволяет создавать новые задачи, а также редактировать уже имеющиеся. В процессе пополнения банка задач задействованы не только преподаватели, но и студенты — для них это очень полезная практика. Поддерживается возможность ручного создания тестов либо загрузки их из архива. Можно выбрать одну из стандартных проверяющих программ («чекеров»), либо добавить новую проверяющую программу для конкретной задачи.

Модуль отображения результатов проверки предоставляет студенту отчёт о проверке его решения. В зависимости от настроек задачи и результатов проверки модуль может выдавать дополнительные подсказки, которые помогают найти ошибку в случае, если решение оказалось неверным.

Модуль формирования статистики позволяет строить различные отчёты по пользователям, группам, задачам. Поддерживается показ «лучших» решений каждой задачи с указанием авторства и формирование общего рейтинга обучающихся.

3. Использование ресурса при обучении программированию. Анализ результатов обучения

Поддержка активного обучения программированию — основная функция, ради которой был задуман и разработан дистанционный практикум. В этой роли он используется более 15 лет, поэтому накоплен обширный методический опыт и проанализированы результаты обучения. Сейчас уже можно с уверенностью говорить о том, что ресурс является хорошим тренажёром для разви-

Начало рейтинговой таблицы участников дистанционного практикума

Участник	Количество верных решений	Общее количество попыток решения
Alex Tolstov	461	3380
Саварин Артем Юрьевич	441	2862
Селяков Вадим Сергеевич	408	2375
Крымов Анатолий Сергеевич	338	949
Григорьев Григорий Вячеславович	308	1055

тия навыков алгоритмизации и программирования, а при изучении новых языков программирования его использование позволяет существенно сократить сроки их освоения и превратить процесс обучения в интересное и увлекательное занятие. В настоящее время в практикуме поддерживается более десяти популярных языков программирования, для некоторых языков имеется несколько компиляторов на выбор.

Тем не менее, процесс расширения возможностей практикума при обучении программированию продолжается непрерывно. По мере появления новых языков программирования или новых учебных курсов к модулю автоматической проверки решений добавляются новые языки программирования. Например, в 2019 году была добавлена поддержка GNU Octave для курса "Исследование операций". Статистика показывает, что студенты изучают самостоятельно и такие языки программирования, которые не используются при изучении учебных дисциплин, но поддерживаются в дистанционном практикуме.

Далеко не секрет, что внесение в учебный процесс игровых моментов способствует повышению мотивации к обучению. С этой целью в практикум была добавлена новая возможность проведения турниров игровых компьютерных программ, разработанных студентами в процессе выполнения лабораторной работы. Реализация логики пошаговой игры хорошо тренирует логи-

ческое мышление, так необходимое ИТ-специалистам, при этом привлекательная форма проведения занятия помогает преодолеть трудности.

Интерес студентов к обучению с помощью практикума можно подтвердить данными таблицы, в которой представлены первые строки рейтинговой таблицы обучающихся, ведущейся в практикуме. Показательными являются данные последнего столбца, например, лидер рейтинга Александр Толстов выполнил более трех тысяч попыток решения задач, из которых 461 попытка оказалась успешной. Такого упорства лидеров даже не ожидалось!

Однако, наряду с очевидно успешным обучением студентов, мотивированных и уже имеющих начальные навыки программирования, при эксплуатации практикума обнаружались и проблемы. Большинство из них возникает на начальном этапе взаимодействия с практикумом слабо подготовленных обучающихся, которые с трудом осваивают программирование. Если нелёгкий процесс их обучения целиком доверить взаимодействию с практикумом, то после нескольких первых неудачных попыток решения задач у ребят опускаются руки. Здесь требуется «живое» общение с опытным преподавателем — он поможет найти ошибку в первых решениях, которую студент не может найти сам даже при подсказках в практикуме, после чего и самостоятельная работа оказывается результативной.

Таким образом, использование ресурса потребовало серьёзных усилий и от преподавателей для определения его места и роли в учебном процессе. Первая эйфория давно прошла, взамен пришло понимание, что автоматическая проверка решений учебных задач – хорошая поддержка и для студента, и для преподавателя, но не средство решения всех проблем процесса обучения программированию. Наоборот, избавление преподавателя от рутинных функций ручного тестирования решений и ведения учёта привело к усилению его роли как опытного доброжелательного наставника [17], что позволило воплотить на практике принципы индивидуализированного и адаптивного обучения, оказавшиеся эффективными при подготовке ИТ-специалистов.

4. Опыт применения ресурса для преподавания дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»

Успешный опыт эксплуатации ресурса при обучении программированию вызвал у преподавателей желание применить его и для других дисциплин. В некоторых случаях для реализации функции автоматической проверки решений задач потребовалось применить оригинальные подходы к доработке практикума. В качестве примера опишем кратко опыт использования ресурса для организации практических работ по курсу «Математическая логика и теория алгоритмов», в частности, представим реализацию автоматической проверки по темам «Цифровые логические схемы», «Машина Тьюринга», «Нормальные алгоритмы Маркова».

Одной из тем практических работ курса математической логики является разработка цифровых логических схем. Типичное задание из данной

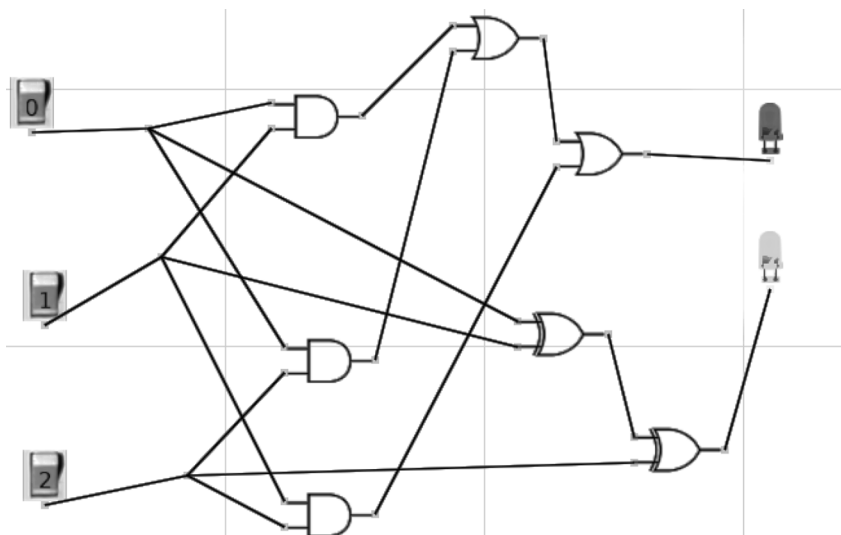


Рис. 2. Пример решения задачи на разработку логической схемы

темы заключается в разработке схемы, содержащей заданное число входов и выходов и работающей описанным в задании образом [18]. Пример задания: построить схему с тремя входами и двумя выходами, чтобы двоичное число на выходе равнялось количеству единиц на входах. Одно из возможных решений этого задания показано на рис. 2.

Для разработки схем используется программа Atanua [19]. Данная программа имеет удобный пользовательский интерфейс и содержит всю необходимую функциональность. Важной для нас особенностью данной программы является то, что результирующие файлы сохраняются в формате XML. Это позволило легко реализовать их синтаксический анализ в модуле проверки решений дистанционного практикума.

Разработанный модуль работает следующим образом. Вначале выполняется синтаксический анализ XML-файла и построение в памяти графа, соответствующего схеме. Далее с помощью алгоритма обхода в глубину граф проверяется на наличие циклов. В случае обнаружения цикла решение считается неверным. Далее происходит вычисление значений логических функций, соответствующих каждому из

выходов схемы. Полученные значения сравниваются с правильным ответом. Если решение оказалось верным, то дополнительно вычисляется длина самого длинного пути от входов данной схемы до её выходов. Данная величина используется для определения итоговых баллов за решение.

Для выполнения практических работ по темам «Машина Тьюринга» и «Нормальные алгоритмы Маркова» в курсе применяются тренажёры, доступные на сайте Константина Полякова [20]. Они имеют удобный и красивый графический интерфейс, достаточно легки в освоении. К сожалению, в них не предусмотрена возможность полной автоматизации проверки решений.

Этот недостаток был нами преодолен следующим образом. Подход основывался на том, что данные тренажёры позволяют выполнять экспорт созданных в них моделей в текстовые файлы. С учётом этого было принято решение разработать свои интерпретаторы, умеющие работать из командной строки, которые будут обрабатывать такие текстовые файлы в качестве входных данных. Разработанные интерпретаторы уже не составило труда внедрить в проверяющую систему.

Для примера рассмотрим, как работает интерпретатор машины Тьюринга. Вначале открывается файл с программой и производится его синтаксический анализ. В случае обнаружения ошибок выдаётся соответствующее диагностическое сообщение и происходит аварийное завершение работы. Далее из стандартного потока ввода считывается начальное состояние ленты, после чего выполняются операции, заданные программой. Заметим, что при этом не исключено возникновение ошибок выполнения — например, переход к пустой ячейке таблицы с программой. В этом случае также происходит аварийное завершение интерпретатора с выдачей сообщения об ошибке. Результат работы программы (итоговые данные на ленте) выводятся в стандартный поток вывода для дальнейшей проверки на правильность ответа.

5. Применение дистанционного практикума как дополнительного средства тренировки англоязычных навыков

Для ИТ-специалистов владение английским языком является обязательной частью их профессиональной компетентности. Исходя из этого, ещё на этапе создания практикума в нём была заложена возможность постепенного естественного развития англоязычной компетенции в тесной взаимосвязи с профессиональными навыками.

С самого начала существования практикума в нём поддерживается двуязычный интерфейс — переключиться на англоязычную версию легко. Без всякого принуждения студенты иногда такое переключение выполняют, понимая, что адаптированный англоязычный интерфейс практикума поможет им быстрее преодолеть языковой барьер при

работе с профессиональными программными продуктами на английском языке.

Ещё одна возможность тренировки англоязычных навыков открывается при решении задач, условия которых сформулированы на английском языке (таких задач, условия которых размещены на англоязычных открытых ресурсах, в практикуме немало). Здесь сложность для студентов заключается в том, что для получения верного решения, которое успешно пройдёт автоматическую проверку, условие задачи надо перевести очень точно — машинный перевод может существенно исказить смысл задачи. Например, такие хорошо известные всем ИТ-специалистам термины, как *framework*, *workshop*, которые не нуждаются в переводе, программы-переводчики переводят дословно (*framework* — рамка, каркас, остов; *workshop* — мастерская, семинар), любой из вариантов перевода искажает смысл технического текста. И таких примеров можно привести немало. Кроме того, неправильная расстановка слов в предложении и несогласованные падежи часто не позволяют уловить смысл фразы — приходится обращаться к англоязычному оригиналу.

В техническом переводе с русского на английский язык студенты имеют возможность потренироваться при добавлении новых задач в практикум. Выше уже упоминалось, что студенты принимают активное участие в пополнении банка задач, при этом им предлагается условие задачи сформулировать и на русском, и на английском языках. Качество перевода на английский язык проверяется так: другие студенты пытаются решить задачу с англоязычным условием (русский вариант им не предоставляется) — если им это удаётся (задача проходит автоматическую проверку), значит, переводы были точными.

К этому добавим, что при решении задач в большинстве случаев используются англоязычные среды разработки, сообщения при компиляции и исполнении программ (скриптов, запросов к базам данных) также выдаются на английском языке. Таким образом, междисциплинарные навыки владения профессионально-ориентированным английским языком формируются и развиваются незаметно, но устойчиво.

Заключение

Результаты исследования показывают, что использование технологий автоматической проверки учебных заданий, выполняемых студентами ИТ-направлений, позволяет повысить эффективность процесса развития профессиональных навыков ИТ-специалистов. На основании многолетнего опыта использования междисциплинарного образовательного ресурса для студентов ИТ-направлений авторы могут с уверенностью рекомендовать использование программных средств учебного назначения, поддерживающих автоматическую проверку решений, как при проведении аудиторных практических занятий по профильным дисциплинам, так и для организации и контроля самостоятельной работы студентов. Следует также подчеркнуть положительную роль разумной поддержки элементов состязательности в учебном процессе, поощрения самостоятельности и инициативы студентов в целях повышения мотивации и интереса к обучению.

Особую роль приобретает автоматическая проверка решений задач при её использовании в дистанционных образовательных ресурсах, которые в этом случае становятся эффективными и доступными тренажёрами, позволяющими тренировать профессиональ-

ные навыки при отсутствии возможностей непосредственного взаимодействия с преподавателем. Это утверждение было убедительно подтверждено результатами дистанционного обучения в период обострения эпидемиологической ситуации, когда в непривычной и для студентов, и для преподавателей обстановке удалённого взаимодействия удалось обеспечить прогресс в развитии профессиональных навыков путём интенсивных тренировок с использованием дистанционного практикума.

Выпускающие кафедры Вологодского государственно-

го университета находятся в постоянном взаимодействии с представителями бизнеса, которые являются работодателями выпускников. У авторов имеется достаточно данных, полученных в результате опросов работодателей, чтобы увидеть явную зависимость между результатами студентов, зафиксированными в практикуме, и их успехами в профессиональной деятельности после окончания вуза. По имеющимся сведениям, практически все активные участники практикума после окончания университета легко находят работу в ИТ-сфере и, по отзывам

работодателей, успешно с ней справляются. Многие выпускники продолжают тренировать свои навыки и после окончания университета, используя дистанционный практикум как эффективный тренажёр для поддержки и развития своих профессиональных компетенций, – ресурс является открытым.

Продолжение исследований в данном направлении имеет хорошие перспективы для повышения качества подготовки ИТ-специалистов в соответствии с требованиями цифровизации в различных сферах деятельности.

Литература

1. Машкин Д.О. Проблемы подготовки кадров в сфере информационно-коммуникационных технологий в учреждениях высшего профессионального образования // Концепт. 2016. Т. 2. С. 161–165.
2. Гаврилов А.В., Куликова С.В., Голкина Г.Е. Повышение уровня подготовки ИТ-специалистов на основе анализа требований рынка труда // Открытое образование. 2019. № 23(6). С. 30–40.
3. Минзов А.С., Мельникова О.И. Применение профессиональных стандартов при обучении методам и технологиям программной инженерии в высшей школе // Открытое образование. 2018. № 22(2). С. 27–36.
4. Касьянова Е.В. Методы и средства обучения программированию в вузе // Образовательные ресурсы и технологии. Специальный выпуск. 2016. № 2(14). С. 23–30.
5. Швецов А.Н., Ржеуцкая С.Ю., Сергушичева А.П., Суконщиков А.А. Архитектура интеллектуального агентно-ориентированного учебного комплекса для подготовки специалистов технического профиля // Открытое образование. 2018. № 22 (3). С. 14–24.
6. Гаспарян М.С., Лебедев С.А., Тельнов Ю.Ф. О взаимосвязи ФГОС и профессиональных стандартов // Статистика и экономика. 2016. № 4. С. 16–18.
7. Abdulkarimov S., Shokirov R. Team competitions on programming format ACM ICPC // International journal of scientific and technology research. 2020. № 4(9). С. 1932–1935.
8. Зубков О.В., Семичева Н.Л. Роль автоматизированных тестирующих систем в процессе формирования навыков алгоритмического мышления // Педагогический имидж. 2019. Т. 13. № 4(45). С. 550–565.
9. Алексеев М.Н. Образовательные сайты по программированию с автоматической проверкой программ // От информатики в школе к техносфере образования: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Воронеж: Издательство «Научная книга», 2016. С. 34–37.
10. Устюжанина Е.В., Евсюков С.Г. Цифровизация образовательной среды: возможности и угрозы // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. 2018. № 1(97). С. 3–12.
11. Каспаринский Ф.О., Полянская Е.И. Адаптация ресурсов дистанционного обучения к компетентностному формату // Открытое образование. 2014. № 4(105). С. 11–19.
12. Андрианов И.А., Менухова Н.О. Доработка дистанционного практикума ВоГУ для проверки задач по информатике по правилам школьных олимпиад // Современное общество, образование и наука. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 9 частях. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 10–13.
13. Карпенко О.М. Роль и функции преподавателя образовательной организации высшего образования в условиях цифровизации образования // Человеческий капитал. 2020. № 54(136). С. 18–23.
14. Ржеуцкая С.Ю., Ржеуцкий А.В. Алгоритм классификации учебных заданий в дистанционном практикуме по программированию // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес (ИНФОС-2019): материалы десятой международной научно-технической конференции. Вологда: ВоГУ, 2019. С. 217–220.
15. Андрианов И.А., Ржеуцкая С.Ю., Григорьева А.Н., Сорокин А.Н., Полянский А.М. Подсистема выявления плагиата в программном

коде для дистанционного практикума по программированию // Естественные и технические науки. 2020. № 4(142). С. 128–133.

16. Andrianov I., Rzhetskaya S., Sukonschikov A., Kochkin D., Shvetsov A., Sorokin A. Duplicate and Plagiarism Search in Program Code Using Suffix Trees Over Compiled Code // In Proc. of the 26th Conference of Open Innovations Association FRUCT. 2020. С. 16–22.

17. Бурняшов В.А. Персонализация как мировой тренд электронного обучения в учреждениях высшего образования [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 1. Режим доступа: science-education.ru/ru/article/view?id=26078. (Дата обращения: 09.03.2021).

18. Андрианов И.А. Автоматизация проверки логических схем // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес (ИНФОС-2019): материалы десятой международной научно-технической конференции. Вологда: ВоГУ, 2019. С. 114–117.

19. Нигай Р.М., Нигай О.В. Простой учебный комплект для проведения лабораторных работ по дисциплине «Цифровая схемотехника» // Среднее профессиональное образование. 2018. № 1. С. 33–35.

20. Программы: сайт Константина Полякова [Электрон. ресурс]. Режим доступа: kpolyakov.spb.ru/prog/prog.htm. (Дата обращения: 07.03.2021).

References

1. Mashkin D.O. Problems of training personnel in the field of information and communication technologies in institutions of higher professional education. Kontsept = Concept. 2016; 2: 161–165. (In Russ.)

2. Gavrilov A.V., Kulikova S.V., Golkina G.Ye. Improving the level of training of IT specialists based on the analysis of labor market requirements. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2019; № 23(6): 30–40. (In Russ.)

3. Minzov A.S., Mel'nikova O.I. Application of professional standards in teaching methods and technologies of software engineering in higher education. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2018; 22(2): 27–36. (In Russ.)

4. Kas'yanova Ye.V. Methods and means of teaching programming in the university. Obrazovatel'nyye resursy i tekhnologii. Spetsial'nyy vypusk = Educational resources and technologies. Special issue. 2016; 2(14): 23–30. (In Russ.)

5. Shvetsov A.N., Rzhetskaya S.YU., Sergushicheva A.P., Sukonschikov A.A. The architecture of an intelligent agent-based educational complex for training technical specialists. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2018; 22(3): 14–24. (In Russ.)

6. Gasparian M.S., Lebedev S.A., Tel'nov YU.F. On the relationship between the Federal State Educational Standard and professional standards. Statistika i ekonomika = Statistics and Economics. 2016; 4: 16–18. (In Russ.)

7. Abdurkarimov S., Shokirov R. Team competitions on programming format ACM ICPC. International journal of scientific and technology research. 2020; 4(9): 1932–1935.

8. Zubkov O.V., Semicheva N.L. The role of automated testing systems in the formation of algorithmic thinking skills. Pedagogicheskiy imidzh = Pedagogical image. 2019; 13; 4(45): 550–565. (In Russ.)

9. Alekseyev M.N. Educational sites on programming with automatic program checking. Ot infor-

matiki v shkole k tekhnosfere obrazovaniya: Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = From informatics at school to the technosphere of education: Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference. Voronezh: Scientific Book Publishing House; 2016: 34–37. (In Russ.)

10. Ustyuzhanina Ye.V., Yevsyukov S.G. Digitalization of the educational environment: opportunities and threats. Vestnik REU im. G.V. Plekhanova = Bulletin of the PRUE. G.V. Plekhanov. 2018; 1(97): 3–12. (In Russ.)

11. Kasparinskiy F.O., Polyanskaya Ye.I. Adaptation of distance learning resources to a competency-based format. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2014; 4(105): 11–19. (In Russ.)

12. Andrianov I.A., Menukhova N.O. Refinement of the VoSU distance workshop for checking computer science problems according to the rules of school Olympiads. Sovremennoye obshchestvo, obrazovaniye i nauka. Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 9 chastyakh = Modern society, education and science. Collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference: in 9 parts. Tambov: Consulting company Ucom; 2014: 10–13. (In Russ.)

13. Karpenko O.M. The role and functions of the teacher of the educational organization of higher education in the context of digitalization of education. Chelovecheskiy kapital = Human capital. 2020; 54(136): 18–23. (In Russ.)

14. Rzhetskaya S.YU., Rzhetskii A.V. Algorithm for classifying educational tasks in a distance programming workshop. Intellektual'no-informatsionnyye tekhnologii i intellektual'nyy biznes (INFOS-2019): materialy desyatoy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii = Intelligent information technologies and intelligent business (INFOS-2019): materials of the tenth international scientific and technical conference. Volgda: VoGU; 2019: 217–220. (In Russ.)

15. Andrianov I.A., Rzheutskaya S.YU., Grigor'yeva A.N., Sorokin A.N., Polyanskiy A.M. Subsystem for detecting plagiarism in the program code for a remote programming workshop. *Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki* = Natural and technical sciences. 2020; 4(142): 128-133. (In Russ.)

16. Andrianov I., Rzheutskaya S., Sukonschikov A., Kochkin D., Shvetsov A., Sorokin A. Duplicate and Plagiarism Search in Program Code Using Suffix Trees Over Compiled Code. In Proc. of the 26th Conference of Open Innovations Association FRUCT. 2020: 16-22.

17. Burnyashov V.A. Personalization as a global trend in e-learning in higher education institutions. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern problems of science and education [Internet]. 2017: 1. Available from: science-education.ru/ru/article/view?id=26078. (cited 09.03.2021). (In Russ.)

18. Andrianov I.A. Automation of checking logical circuits. *Intellektual'no-informatsionnyye tekhnologii i intellektual'nyy biznes* (INFOS-2019): materialy desyatoy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii = Intelligent information technologies and intelligent business (INFOS-2019): materials of the tenth international scientific and technical conference. Vologda: VoGU; 2019: 114-117. (In Russ.)

19. Nigay R.M., Nigay O.V. A simple educational kit for laboratory work in the discipline "Digital circuitry". *Sredneye professional'noye obrazovaniye* = Secondary vocational education. 2018; 1: 33-35. (In Russ.)

20. Programmy: sayt Konstantina Polyakova = Programs: site of Konstantin Polyakov [Internet]. Available from: kpolyakov.spb.ru/prog/prog.htm. (cited 07.03.2021). (In Russ.)

Сведения об авторах

Игорь Александрович Андрианов

К.т.н., доцент кафедры автоматизации и вычислительной техники
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
E-mail: igand@mail.ru

Светлана Юрьевна Ржеуцкая

К.т.н., доцент кафедры автоматизации и вычислительной техники
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
E-mail: rzeyzki@yandex.ru

Марина Викторовна Харина

Старший преподаватель кафедры
английского языка
Вологодский государственный университет»,
Вологда, Россия
E-mail: marinav-eng@yandex.ru

Information about the authors

Igor A. Andrianov

Cand. Sci. (Engineering), associate Professor in the
Department of computer science and engineering
Vologda State University,
Vologda, Russia
E-mail: igand@mail.ru

Svetlana U. Rzheutskaya

Cand. Sci. (Engineering), associate Professor in the
Department of computer science and engineering
Vologda State University,
Vologda, Russia
E-mail: rzeyzki@yandex.ru

Marina V. Kharina

A senior teacher in the English-language
Department
Vologda State University,
Vologda, Russia
E-mail: marinav-eng@yandex.ru

Применение цифровых технологий для подготовки курсантов в области пожаротушения

Цель исследования. Целью исследования является обоснование и разработка многофункционального тренажерного комплекса по подготовке курсантов к проведению аварийно-спасательных работ и пожаротушению посредством применения технологии виртуальной реальности. Актуальность и необходимость разработки тренажерного комплекса обусловлены профессиональной деятельностью пожарных, связанной с обеспечением защиты и спасения граждан и государства от пожаров и особенностями реализуемого образовательного процесса. Проблема эффективного формирования профессиональных компетенций в области пожаротушения обусловлена ограниченностью учебно-полигонной базы вузов, которая не позволяет выполнять подготовку на различных объектах жилого, социально-бытового, промышленного, транспортного и иных функциональных назначений, что требует замещения их виртуальными аналогами. Кроме того, ограниченный бюджет учебного времени и большое количество курсантов, проходящих обучение в вузе, у которых должны быть сформированы умения и навыки управления пожарно-спасательными подразделениями, организации тушения пожара и взаимодействия с другими экстренными службами, требуют внедрения цифровых технологий для повышения интенсификации учебного процесса и расширения его возможностей.

Материалы и методы. Для выполнения исследовательских задач применялись методы научно-педагогического исследования, которые включали анализ и синтез информационных сведений в области создания и применения цифровой виртуальной реальности для образовательных целей, деятельности пожарно-спасательных подразделений на пожарах и требований нормативных правовых актов к выполнению ими профессиональных задач. Для формирования методик подготовки пожарных в виртуальной реальности, воссоздающей профессиональную среду, применялись методы моделирования, контекстного, игрового и рефлексивного обучения.

Результаты. Исследование профессиональной деятельности пожарных, особенностей образовательного процесса, реализуемого в вузах МЧС России, позволило выявить недостатки в подготовке курсантов к деятельности в области организации и проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения.

По результатам исследования возможностей адаптации и применения цифровых образовательных технологий для повышения уровня профессиональных компетенций выпускников в области пожаротушения, предложено применение технологии виртуальной реальности, позволяющей моделировать профессиональную среду и организовывать в ней как индивидуальную, так и групповую практическую подготовку курсантов к выполнению профессиональных задач на различных объектах жилого, социально-бытового, промышленного, транспортного и иных функциональных назначений в условиях, имитирующих различные сценарии возникновения и развития пожаров. Для организации обучения курсантов разработаны совместно с ЗАО «Институт телекоммуникаций» (г. Санкт-Петербург, Россия) требования к спецификации и техническим характеристикам оборудования, проект учебного полигона для организации виртуального обучения, который реализован физически в Ивановской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России, системное и прикладное программное обеспечение, базовые объекты, модели и сценарии распространения на них пожаров, система оценивания выполняемых обучаемыми задач.

Заключение. Результатом исследования является впервые созданный физический прототип многофункционального тренажерного комплекса по подготовке курсантов к проведению аварийно-спасательных работ и пожаротушения, на котором в течение 2021 года планируется провести этап опытной эксплуатации, расширить перечень объектов и сценариев развития пожаров и впоследствии его внедрить в образовательный процесс. Технологический и методический опыт полученный в процессе проектирования, внедрения и эксплуатации многофункционального тренажерного комплекса планируется распространить путем его масштабирования на другие вузы МЧС России, что позволит создать и унифицировать единую систему практической подготовки курсантов в области пожаротушения, посредством технологии виртуальной реальности.

Ключевые слова: многофункциональный тренажерный комплекс, виртуальная профессиональная среда, практическая подготовка курсантов в области пожаротушения.

Igor A. Malyj, Vladislav V. Bulgakov, Irina Yu. Sharabanova, Oleg I. Orlov

Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire-Fighting Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia

Interdisciplinary Distance Learning Workshop for IT Students

The purpose of the study. The purpose of research is to substantiate and develop a multifunctional training complex for preparing cadets to conduct emergency rescue operations and fire-fighting by the usage of virtual reality technology. The relevance and necessity of developing a training complex are due to the professional activities of fire-fighters, related to the protection and rescue of citizens and the state from fires and the peculiarities of the educational process being implemented. The problem of effective formation of professional competencies in the field of fire-fighting is caused by the limited training ground base of universities, which does not allow training at

various residential, social, industrial, transport and other functional facilities, that requires their replacement with virtual analogues. In addition, the limited budget of training time and a large number of cadets studying at the university, who must have the skills and abilities to manage fire and rescue units, organize fire extinguishing and interact with other emergency services, require the introduction of digital technologies to increase the intensification of the educational process and expand its capabilities.

Materials and methods. To perform research tasks, methods of scientific and pedagogical study were used, which included the

analysis and synthesis of information in the field of creating and applying digital virtual reality for educational purposes, the activities of fire and rescue units during fire-fighting and the requirements of regulatory legal acts for the performance of their professional tasks. Methods of modeling, contextual, game and reflexive training were used to form methods of preparing fire-fighters in virtual reality, recreating the professional environment.

Results. The research of the activities of professional fire-fighters, the peculiarities of the educational process implemented at the universities of EMERCOM of Russia has revealed deficiencies in the training of cadets for activities in the field of organizing and conducting rescue operations and fire-fighting. According to the investigation of the adaptation and usage of digital learning technologies to improve the professional competencies of graduates in the field of fire-fighting, the application of virtual reality technology was proposed that allows to simulate a professional environment and to organize it in both individual and group practical preparation of cadets to professional tasks on a variety of residential, social, industrial, transport and other functionalities in conditions of simulating various scenarios of the occurrence and development of fires. To organize the training of cadets, the requirements for the specification and technical characteristics

of the equipment, the project of the training ground for the organization of virtual learning (which was physically implemented at the Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire-Fighting Service of EMERCOM of Russia), system and applied software, basic objects, models and scenarios of fire spreading on them, a system for evaluating the tasks performed by the trainees were developed in common with closed joint-stock company "Institute of Telecommunications" (St. Petersburg, Russia).

Conclusion. The result of the research is the first physical prototype of a multifunctional training complex to prepare cadets for emergency rescue operations and fire-fighting, where it is planned to conduct a pilot operation stage during 2021, expand the list of objects and scenarios for the development of fires and subsequently introduce it into the educational process. The technological and methodological experience gained in the process of designing, implementing and operating a multifunctional training complex is planned to be extended by scaling it to other universities of the EMERCOM of Russia, which will create and unify a single system of practical training of cadets in the field of fire-fighting, using virtual reality technology.

Keywords: multifunctional training complex, virtual professional environment, practical training of cadets in the field of fire-fighting.

Введение

Трансформация современного образования включает прежде всего широкое внедрение цифровых технологий в учебный процесс начиная от активного использования цифровых ресурсов Internet для поиска, обмена, размещения информации, коммуникации между участниками образовательного процесса и заканчивая применением новых цифровых технологий дополненной и виртуальной реальности. Обзор литературных источников в области исследования вопросов применения виртуальной реальности в учебном процессе показал на возрастающий интерес к этой цифровой образовательной технологии со стороны как зарубежных [1–7], так и отечественных исследователей [8–13]. Анализ публикационной активности авторов в научной электронной библиотеке «elibrary.ru», показал, что количество статей в журналах по запросам «виртуальное обучение» и «иммерсивное обучение» увеличилось в 2020 году в 1,6 раз по сравнению с 2015 годом, с 280 до 459 публикаций [14].

В работах [15–18] представлены примеры использования виртуальной реальности для

формирования практических умений и навыков управления сложными системами. В исследовании [19] виртуальная реальность рассматривается как действенный инструмент для формирования культуры и техники безопасности.

Применению виртуальной среды для подготовки к ликвидации пожаров и различных аварийных ситуаций посвящены работы отечественных авторов Мишенкова Е.А., Трофимова Н.Н., Тихонова М.М., Ахпанова Т.А и других [20–23], а также работы зарубежных исследователей [24–27].

Для организации виртуальной подготовки пожарных представляет интерес работа Горохова А.В. [28], в которой проведено исследование влияние виртуальной реальности на операторов подвижных объектов, на примере горнолыжников, позволяющей получить понимание о физиологических реакциях организма, связанных с активным перемещением в пространстве. В работе Машнюка А.Н. [29] представлена профессиональная среда «Живая шахта», разработанная для организации процессов обучения и тренировок горнодобывающего персонала в условиях виртуальной реальности, предназначенная для отработки правильных действий в услови-

ях опасных производственных ситуаций, связанных с пожарами и авариями. В исследованиях Ахпанова Т.А. и Садвакасова К.Ж. [20] представлены возможности применения современных средств компьютерного моделирования, которые позволяют отработать различные ситуации при пожаре на трехмерных моделях, улучшить умения и отработать профессиональные навыки без риска для жизни. В работе Grabowski A. и Jach K. [25] приведен пример применения виртуальной реальности в обучении зарубежных пожарных. Авторским коллективом во главе с Arias S. проведено исследование влияние степени реалистичности на поведенческие реакции человека, погруженного в виртуальную реальность, в которой реализуется сценарий развития пожара [30]. Авторами Narciso D., Melo M. и др. проведено экспериментальное исследование для оценки эффективности обучения пожарных в виртуальной среде при выполнении различных упражнений [26], в котором участниками исследования отмечен высокий уровень пространственного присутствия в виртуальной среде, умеренная реалистичность и погружение, а также выявлены преимущества, связанные со снижением затрат и рисков.

С целью формирования готовности пожарных к работе в непригодной для дыхания среды в работе, выполненной Ху З. с коллективом авторов [27] представлен разработанный симулятор, в котором воссоздается процесс развития пожара и распространения дыма, что позволяет обучаемым научиться определять наиболее безопасный путь как для поиска пострадавших, так и для их эвакуации.

Результаты обзора литературы позволяют сделать вывод об активном формировании научной и методической базы для дальнейшего развития и внедрения технологии виртуальной реальности в образовательный процесс подготовки пожарных. Анализ учебного процесса, реализуемого в образовательных учреждениях Государственной противопожарной службы МЧС России, особенности профессиональной деятельности пожарных и имеющиеся разработки отечественных и зарубежных ученых в области создания и применения виртуальных образовательных технологий, позволяют сделать утверждение о возможности эффективного применения виртуальной реальности в практической подготовке курсантов к выполнению аварийно-спасательных работ и пожаротушению.

Для обоснования применения в образовательном процесс технологий виртуальной реальности применялись методы научно-педагогического исследования, которые на базе анализа и синтеза информационных данных в области построения иммерсивных образовательных сред позволили сформулировать необходимые требования к составу и спецификации технологического оборудования и программному обеспечению, которые должны воспроизвести в виртуальной реальности профессиональную среду, в которой курсанты смогут получать необходимые умения и навыки

управления пожарно-спасательным подразделением, организации аварийно-спасательных работ и тушения пожаров, взаимодействия с другими экстренными службами.

Для обоснования и разработки методики практической подготовки в виртуальной профессиональной среде, проведено исследование применяемых практик подготовки пожарных и деятельности пожарно-спасательных подразделений на пожарах, проведен анализ нормативной правовой базы в области пожаротушения, подобран базовый перечень объектов защиты, сформулированы требования к учебно-методическому содержанию практических занятий. Для формирования базового перечня объектов защиты применялись методы цифрового моделирования реальных объектов защиты различного функционального назначения и разрабатывались модели и различные сценарии развития пожаров на них. Посредством цифрового моделирования воспроизведены различные образцы современной пожарной техники, пожарно-технического и аварийно-спасательного оборудования, предназначенных для проведения аварийно-спасательных работ и ликвидации пожаров.

При формировании методики виртуального обучения применялись положения контекстного, игрового и рефлексивного обучения, направленные на повышение мотивации курсантов к освоению учебного материала.

Возможности применения цифровых технологий в образовательном процессе

Реализуемый учебный процесс в ведомственных образовательных учреждениях МЧС России должен обеспечивать высокую профессиональную готовность выпускников к выполнению аварийно-спасательных работ и пожаротушению на различных объектах с целью защиты и спасения граждан, защиты материальных ценностей и снижения материального ущерба. Подготовка курсантов к выполнению основных профессиональных задач носит комплексный и достаточно длительный характер, что обусловлено большим объемом учебного материала, который он должен освоить в процессе обучения в вузе. Для освоения раздела основной образовательной программы по специальности 20.05.01 пожарная безопасность, который формирует у обучаемых профессиональные компетенции в области пожаротушения, курсанты изучают комплекс дисциплин, которые реализуются в различных семестрах и включают широкую тематику, которую необходимо закреплять на практике посредством выполнения комплексных профессиональных задач в качестве начальника караула или руководителя тушением пожара.

Анализ отзывов на выпускников образовательных учреждений Государственной противопожарной службы МЧС России, проходящих дальнейшую службу в должностях начальника караула, показал на недостаточную их подготовленность к выполнению профессиональных задач по организации и ведению оперативно-тактических действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ [31].

В условиях имеющейся учебно-материальной базы вузов МЧС, ограниченного бюджета учебного времени и большого количества курсантов, проходящих одновременное обучение, организовать полноценную практическую подготовку в качестве начальника караула для каждого обучаемого весьма затруднительно. Это связано, во-первых, с широким перечнем профессиональных компетенций, которыми должен обладать начальник караула, профессио-

нальных работ и пожаротушению на различных объектах с целью защиты и спасения граждан, защиты материальных ценностей и снижения материального ущерба. Подготовка курсантов к выполнению основных профессиональных задач носит комплексный и достаточно длительный характер, что обусловлено большим объемом учебного материала, который он должен освоить в процессе обучения в вузе. Для освоения раздела основной образовательной программы по специальности 20.05.01 пожарная безопасность, который формирует у обучаемых профессиональные компетенции в области пожаротушения, курсанты изучают комплекс дисциплин, которые реализуются в различных семестрах и включают широкую тематику, которую необходимо закреплять на практике посредством выполнения комплексных профессиональных задач в качестве начальника караула или руководителя тушением пожара.

нальная готовность которого в области пожаротушения должна включать сформированные умения и навыки управления пожарно-спасательным подразделением, организации и реализации тактики тушения пожара на объектах различного функционального назначения, взаимодействия с различными видами других экстренных служб для координирования совместных работ. Во-вторых, количество и функциональное разнообразие объектов защиты, которые призваны защищать и ликвидировать на них пожары сотрудники МЧС очень велико, что не позволяет их воспроизвести на территориях учебно-полигонной базы вузов МЧС для проведения на них практических занятий. Решение этой учебно-материальной проблемы лежит в плоскости трансформации традиционного учебного процесса, посредством внедрения цифровых технологий, которые на современном этапе развития, позволяют частично замещать в виртуальной среде реальную учебно-материальную базу и повышать эффективность учебного процесса за счет его интенсификации.

Применение сред виртуальной реальности для организации практической подготовки, реализуемой посредством игровых подходов, может улучшить методы обучения и тренировки пожарных, что обусловлено активным развитием программных и аппаратных инструментов для реализации этой технологии. Потенциал предлагаемой технологии позволяет обучаемым погружаемым в виртуальную реальность становиться активными участниками реализуемых процессов, что позволяет в свою очередь разрабатывать новые парадигмы обучения [32]. Например, исследования в работе [33] показали на существенно высокий уровень ощущений и восприятия игрового контента в иммерсивном режиме игры, реализованным посредством

виртуальной реальности, по сравнению с традиционным настольным игровым режимом. Кроме того, статистических различий между иммерсивным и неиммерсивным режимами в отношении удобства использования и производительности не выявлено.

Результатом проведенного исследования, направленного на обоснование применения технологии виртуальной реальности для подготовки пожарных, были определены концепция и подходы к разработке многофункционального тренажерного комплекса, предназначенного для формирования профессиональной готовности выпускников к проведению аварийно-спасательных работ и пожаротушения. Многофункциональный виртуальный тренажерный комплекс физически реализован в Ивановской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России (далее — академия) и представляет собой комплекс технического оборудования и специального программного обеспечения, размещенного в отдельном помещении размером 17,1 x 11,4 м, разделенного на 2 основные функциональные зоны:

- зона № 1 для организации подготовки, смешанного обучения, наблюдения и контроля;

- зона № 2 для виртуального погружения в профессиональную среду.

В зоне №1 размещены автоматизированные рабочие места руководителя занятием (модератора), автоматизированные рабочие места должностных лиц, рабочие места модуля коллективного пользования, предназначенные для работы обучающихся в качестве должностного лица на пожаре, инспектора государственного пожарного надзора, эксперта и исполнения других функциональных ролей в зависимости от сценария обучения. Для визуализации ра-

боты пожарных в виртуальной профессиональной среде в зоне №1 размещен проектор с широкоформатным экраном размером 2,97 x 5,16 м и комплект средств имитации акустической обстановки, которые позволяют в реальном режиме времени наблюдать за ходом выполнения учебных задач курсантами, находящимися в виртуальной реальности.

В зоне №2 размещены индивидуальные модули виртуальной реальности (ВР-терминалы) в количестве 12 шт., которые предназначены для погружения обучающихся в виртуальную профессиональную среду и взаимодействия с ней.

Для реализации профессиональной подготовки в виртуальной реальности созданы базовые объекты, имитирующие здания и сооружения жилого, социально-бытового, производственного и иных назначений. Адаптированы имеющиеся математические модели, имитирующие возникновение и развитие пожаров на этих объектах, позволяющие реализовывать широкий перечень сценариев развития пожарной обстановки. Принятые математические модели позволяют достоверно представить динамику распространения пожара, что способствует адекватному формированию опыта принятия решений для эффективного выполнения аварийно-спасательных работ и пожаротушения.

С учетом реализуемых сценариев развития пожаров курсанты за счет ВР-терминалов, состоящих из динамической платформы виртуальной реальности, шлема виртуальной реальности, блока вычислительных средств и специального программного обеспечения, взаимодействуют с виртуальным пространством с целью выполнения профессиональных задач. Применяемые технические устройства и специальное программное обеспечение позволяет обу-

чающимся с достаточной степенью достоверности погружаться в профессиональную среду, взаимодействовать в виртуальной среде с объектами пожарной техники, строительными элементами зданий и сооружений, интеллектуальными агентами (ботами), выполнять профессиональные задачи в различных условиях климата, времени суток и года.

По сравнению с традиционной формой подготовки, основанной на принципах «слушай и наблюдай», технология виртуальной реальности позволяет реализовывать обучение на собственном опыте, который может эффективно формироваться в условиях имеющейся возможности многократного прохождения различных производственных ситуаций на объектах различного функционального назначения, все разнообразие которых воспроизвести на реальной учебно-полигонной базе, имеющей ограничение по своим размерам и площади не представляется возможным.

Одной из основных задач практической подготовки является формирование навыков взаимодействия обучаемых для решения профессиональных задач. Такое взаимодействие обеспечивается непосредственно в виртуальной среде посредством визуального и голосового контакта, который включает в том числе применение радиостанций для связи с различными должностными лицами, являющимися участниками тушения пожара и находящимися вне зоны видимости. Курсант, выступающего в роли начальника караула и выполняющий задачи руководителя тушением пожара получает навыки как взаимодействия, так и управления пожарно-спасательным подразделением, посредством отдачи команд и контроля их выполнения.

Виртуальная реальность позволяет организовать на высо-

ком уровне тактическую подготовку курсантов в области пожаротушения, на базе имеющихся знаний, полученных при освоении дисциплин основной образовательной программы по специальности 20.05.01 пожарная безопасность, к которым относятся: планирование и организация тушения пожаров; организация и ведение аварийно-спасательных работ; пожарная тактика. Эффективность тактической подготовки обусловлена широким перечнем виртуальных объектов и сценариев развития на них пожаров, наличием выбора в виртуальной среде пожарной техники, пожарно-технического и аварийно-спасательного оборудования и возможности их активного применения для локализации и ликвидации пожаров. Применение полученных знаний в условиях реализации различных виртуальных сценариев развития пожара, позволяющих выбирать разные пути для решения профессиональных задач, формируют у обучаемых тактическое мышление, которое в условиях реального пожара позволит применить правильный алгоритм работы для успешного выполнения боевой задачи.

Кроме того, подготовка в виртуальной среде направлена на формирование навыков ориентирования и передвижения в зданиях и сооружениях, имеющих различную планировку, в том числе в сложных условиях, например, связанных с недостаточной видимостью при задымлении. Исследования, проведенные в работе [34] показали, что виртуальная подготовка пожарных в области навигации способствует выполнению ими спасательных операций быстрее и точнее, по сравнению с теми, кто не обучался.

Заключение

В исследовании обоснована востребованность и необходимость внедрения в образова-

тельный процесс подготовки пожарных виртуальных тренажерных комплексов. Современное развитие цифровых образовательных технологий, предоставляет широкие возможности для формирования виртуальной профессиональной среды для организации в ней подготовки и контроля ее результатов, что позволяет расширить перечень получаемых компетенций и повысить качество их освоения.

Для реализации практической подготовки курсантов образовательных учреждений Государственной противопожарной службы МЧС России в виртуальной профессиональной среде, разработан и представлен многофункциональный тренажерный комплекс, технические характеристики которого и методики обучения позволяют формировать профессиональные компетенции в области организации и проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения.

В качестве основных преимуществ внедрения виртуальных образовательных технологий в образовательный процесс вузов Государственной противопожарной службы МЧС России является создание возможности проигрывания сценариев развития и ликвидации пожаров неограниченное количество раз, формируя наиболее верный алгоритм действий в данных условиях и закрепляя полученные умения и навыки, как управления пожарно-спасательным подразделением, так и организацией взаимодействия с другими экстренными службами, принимающими участие в ликвидации пожара.

В качестве перспектив дальнейшей работы отмечается необходимость исследований, направленных на совершенствование методик подготовки, способствующих повышению эффективности передачи навыков из виртуальной реальности в сценарии реальной жизни.

Литература

1. Çakiroğlu Ü., Gökoğlu S. Development of fire safety behavioral skills via virtual reality // *Computers and Education*. 2019. Т. 133. С. 56–68. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.01.014.
2. Elmqaddem N. Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality? // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2019. Т. 14. № 3. С. 234–242. DOI: 10.3991/ijet.v14i03.9289.
3. Gudoniene D., Rutkauskienė D. Virtual and augmented reality in education // *Baltic Journal of Modern Computing*. 2019. Т. 7. № 2. С. 293–300. DOI: 10.22364/bjmc.2019.7.2.07.
4. Halabi O. Immersive virtual reality to enforce teaching in engineering education // *Multimedia Tools and Applications*. 2020. Т. 79. № 3–4. С. 2987–3004. DOI: 10.1007/s11042-019-08214-8.
5. Kamińska D., Sapiński T., Wiak S. et al. Virtual reality and its applications in education: Survey // *Information (Switzerland)*. 2019. Т. 10. № 10. С. 318. DOI: 10.3390/info10100318.
6. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*. 2020. Т. 147. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103778.
7. Vacková M., Lošonczi C., Drotárová J., Kováčová L. The Use of Virtual Reality Resources to Increase Safety in the Training of Fire and Rescue Corps Units. *Security Dimensions*. 2018. Т. 27. № 27. С. 126–138. DOI: 10.5604/01.3001.0013.0294.
8. Бородин С.Г., Шихнабиева Т.Ш. Совершенствование профессиональной подготовки будущих операторов сложных технических систем с использованием тренажерных комплексов на принципах виртуальной реальности // *Педагогическая информатика*. 2020. № 1. С. 85–95.
9. Еременко Ю. А., Залата О. А. Психологические подходы к проектированию образовательного контента в иммерсивной среде // *Вопросы образования*. 2020. № 4. С. 207–231.
10. Курейчик В.В., Лежебоков А.А., Пашенко С.В. Новый подход к виртуальному обучению // *Открытое образование*. 2014. № 3(104). С. 4–9.
11. Нуртдинова Л.Р., Гуреев М.В., Крутская С.В. Принципы проектирования виртуальных сред в образовательном пространстве и психологические особенности их восприятия обучающимися // *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки*. 2018. № 1(37). С. 123–130.
12. Сосунов В.Г., Николаев Н.В., Старцев Д.Ю., Индюхов К.А. Применение виртуальных тактических тренажеров для подготовки сотрудников контртеррористических подразделений // *Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму*. 2018. № 1–2. С. 66–72.
13. Шевченко Г.И., Кочкин Д.А. Теоретические и прикладные аспекты использования технологий виртуальной реальности в высшей школе // *Стандарты и мониторинг в образовании*. 2019. Т. 7. № 4. С. 32–38.
14. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электрон. ресурс] // Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/querybox.asp>. (Дата обращения: 20.01.2021).
15. Ахмадеев Ф.И., Петров М.Ю., Иванова Т.Н., Сафронов С.И. Инновационная виртуальная автоматизированная система обучения «Бурение нефтяных и газовых скважин»: возможности и перспективы в высшем образовании и на производстве // *Нефть. Газ. Новации*. 2018. № 8. С. 79–80.
16. Бородин С.Г., Шихнабиева Т.Ш. Совершенствование профессиональной подготовки будущих операторов сложных технических систем с использованием тренажерных комплексов на принципах виртуальной реальности // *Педагогическая информатика*. 2020. № 1. С. 85–95.
17. Волкова М.М., Манурова Р.А., Шайдуллина Д.Н. Применение виртуальных тренажеров для обучения специалистов нефтегазовой отрасли // *Вестник Технологического университета*. 2019. Т. 22. № 4. С. 115–121.
18. Pérez L., Díez E., Usamentiaga R., García D.F. Industrial robot control and operator training using virtual reality interfaces // *Computers in Industry*. 2019. Т. 109. С. 114–120. (DOI: 10.1016/j.compind.2019.05.001).
19. Татаренков Д.А., Рогозинский Г.Г., Малыгин И.Г., Богданов А.В. Применение киберфизических систем для обучения технике безопасности персонала в среде виртуальной реальности на основе синтеза ракурсов в задаче построения морского бортового тренажера // *Морские интеллектуальные технологии*. 2020. № 4(50). С. 209–213.
20. Ахпанов Т.А., Садвакасова К.Ж. Средства разработки обучающих тренажерных комплексов и моделирование критических ситуаций // *Актуальные научные исследования в современном мире*. 2019. № 4–7(48). С. 112–118.
21. Мишенков Е.А., Малышев А.А., Кулагин А.В., Сагун Д.Ю. Подход к моделированию нештатных ситуаций с использованием виртуального тренажера для обучения персонала // *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2019. № 4 (16). С. 99–110.
22. Тихонов М.М., Бордак С.С., Любимая Е.Н., Рябцев В.Н. Виртуальная среда как средство обучения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций //

Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2018. Т. 2. № 1. С. 101–110.

23. Трофимова Н.Н. Инновационные способы иммерсивного обучения работников предприятий с использованием технологий виртуальной реальности: зарубежный опыт // Актуальные проблемы экономики и управления. 2020. № 4 (28). С. 143–147.

24. Cha M., Han S., Lee J., Choi B. A virtual reality based fire training simulator integrated with fire dynamics data // Fire Safety Journal. 2012. Т. 50. С. 12–24. DOI: 10.1016/j.firesaf.2012.01.004.

25. Grabowski A., Jach K. The use of virtual reality in the training of professionals: with the example of firefighters // Computer Animation and Virtual Worlds. 2020. DOI: 10.1002/cav.1981.

26. Narciso D., Melo M., Raposo J. V., Cunha J., Bessa M. Virtual reality in training: an experimental study with firefighters // Multimedia Tools and Applications. 2020. Т. 79. № 9–10. С. 6227–6245. DOI: 10.1007/s11042-019-08323-4.

27. Xu Z., Lu X. Z., Guan H., Chen C., Ren A. Z. A virtual reality based fire training simulator with smoke hazard assessment capacity // Advances in Engineering Software. 2014. Т. 68. С. 1–8. DOI: 10.1016/j.advengsoft.2013.10.004.

28. Горохов А.В., Петухов И.В., Стешина Л. А. Применение систем виртуальной реальности в задачах обучения операторов подвижных объектов // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2019. № 2. С. 60–65.

29. Машнюк А.Н., Михайлов В.И., Седельников Г.Е., Голубев С.С. Формирование навыков безопасных действий у работников с использованием технологий виртуальной реальности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № S49. С. 362–374.

30. Arias S., Wahlqvist J., Nilsson D., Ronchi E., Frantzich H. Pursuing behavioral realism in Virtual Reality for fire evacuation research // Fire and Materials. 2020. DOI: 10.1002/fam.2922.

31. Булгаков В.В., Самойлов Д.Б., Маслов А.В. Мониторинг качества подготовки выпускников ведомственных образовательных организаций МЧС России // Проблемы современного образования. 2019. № 2. С. 162–174.

32. Checa D., Bustillo A. A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training // Multimedia Tools and Applications. 2020. Т. 79. № 9–10. С. 5501–5527. DOI: 10.1007/s11042-019-08348-9.

33. Pallavicini F., Pepe A., Minissi M.E. Gaming in Virtual Reality: What Changes in Terms of Usability, Emotional Response and Sense of Presence Compared to Non-Immersive Video Games? // Simulation and Gaming. 2019. Т. 50. № 2. С. 136–159. DOI: 10.1177/1046878119831420.

34. Bliss J.C., Tidwell C.D., Guest M.A. The effectiveness of virtual reality for administering spatial navigation training to firefighters // Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997. Т. 6. № 1. С. 73–86. DOI: 10.1162/pres.1997.6.1.73.

References

1. Çakiroğlu Ü., Gökoğlu S. Development of fire safety behavioral skills via virtual reality. Computers and Education. 2019; 133: 56-68. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.01.014.

2. 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.

3. Gudoniene D., Rutkauskiene D. Virtual and augmented reality in education. Baltic Journal of Modern Computing. 2019; 7; 2: 293-300. DOI: 10.22364/bjmc.2019.7.2.07.

4. Halabi O. Immersive virtual reality to enforce teaching in engineering education. Multimedia Tools and Applications. 2020; 79; 3-4: 2987-3004. DOI: 10.1007/s11042-019-08214-8.

5. Kamińska D., Sapiński T., Wiak S. et al. Virtual reality and its applications in education: Survey. Information (Switzerland). 2019; 10; 10: 318. DOI: 10.3390/info10100318.

6. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agen-

da. Computers and Education. 2020; 147. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103778.

7. Vacková M., Lošonczi C., Drotárová J., Kováčová L. The Use of Virtual Reality Resources to Increase Safety in the Training of Fire and Rescue Corps Units. Security Dimensions. 2018; 27; 27: 126-138. DOI: 10.5604/01.3001.0013.0294.

8. Borodin S.G., Shikhnabiyeva T.Sh. Improving the professional training of future operators of complex technical systems using training complexes based on the principles of virtual reality. Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical informatics. 2020; 1: 85-95. (In Russ.)

9. Yermenko Yu.A., Zalata O.A. Psychophysiological approaches to the design of educational content in an immersive environment. Voprosy obrazovaniya = Education Issues. 2020; 4: 207-231. (In Russ.)

10. Kureychik V.V., Lezhebokov A.A., Pashchenko S.V. A new approach to virtual learning. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2014; 3(104): 4-9. (In Russ.)

11. Nurtdinova L.R., Gureyev M.V., Krutskaya S.V. Principles of designing virtual environments in the educational space and psychological characteristics of their perception by students. Vest-

nik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Psikhologo-pedagogicheskiye nauki = Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Psychological and pedagogical sciences. 2018; 1(37): 123-130. (In Russ.)

12. Sosunov V.G., Nikolayev N.V., Startsev D. Yu., Indyukhov K.A. Application of virtual tactical simulators for training employees of counter-terrorist units. Voprosy oboronnoy tekhniki. Seriya 16: Tekhnicheskiye sredstva protivodeystviya terrorizmu = Questions of defense technology. Series 16: Technical means of countering terrorism. 2018; 1-2: 66-72. (In Russ.)

13. Shevchenko G.I., Kochkin D.A. Theoretical and applied aspects of using virtual reality technologies in higher education. Standarty i monitoring v obrazovanii = Standards and monitoring in education. 2019; 7; 4: 32-38. (In Russ.)

14. Nauchnaya elektronnyaya biblioteka eLIBRARY.RU = Scientific electronic library eLIBRARY.RU [Internet]. Available from: <https://www.elibrary.ru/querybox.asp>. (cited 20.01.2021). (In Russ.)

15. Akhmadeyev F.I., Petrov M.Yu., Ivanova T.N., Safronov S.I. Innovative virtual automated training system "Drilling oil and gas wells": opportunities and prospects in higher education and production. Neft'. Gaz. Novatsii = Oil. Gas. Innovations. 2018; 8:79-80. (In Russ.)

16. Borodin S.G., Shikhnabiyeva T.Sh. Improving the professional training of future operators of complex technical systems using training complexes based on the principles of virtual reality. Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical informatics. 2020; 1: 85-95. (In Russ.)

17. Volkova M.M., Manurova R.A., Shaydullina D.N. Application of virtual simulators for training specialists in the oil and gas industry. Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Technological University. 2019; 22; 4: 115-121. (In Russ.)

18. Pérez L., Díez E., Usamentiaga R., García D.F. Industrial robot control and operator training using virtual reality interfaces. Computers in Industry. 2019. T. 109. S. 114-120. (DOI: 10.1016/j.compind.2019.05.001).

19. Tatarenkov D.A., Rogozinskiy G.G., Malygin I.G., Bogdanov A.V. Application of cyber-physical systems for training personnel safety in a virtual reality environment based on the synthesis of angles in the task of building a marine on-board simulator. Morskiye intellektual'nyye tekhnologii = intelligent technologies. 2020; 4(50): 209-213. (In Russ.)

20. Akhpanov T.A., Sadvakasova K.Zh. Development tools for training simulators and modeling of critical situations. Aktual'nyye nauchnyye issledovaniya v sovremennom mire = Actual research in the modern world. 2019; 4-7(48): 112-118. (In Russ.)

21. Mishenkov Ye.A., Malyshev A.A., Kulagin A.V., Sagun D.Yu. An approach to modeling emergency situations using a virtual simulator for personnel training. Informatsionnyye i matematicheskiye tekhnologii v nauke i upravlenii = Information and Mathematical Technologies in Science and Management. 2019; 4(16): 99-110. (In Russ.)

22. Tikhonov M.M., Bordak S.S., Lyubivaya Ye.N., Ryabtsev V.N. Virtual environment as a means of teaching in the field of protecting the population and territories from emergencies. Vestnik Universiteta grazhdanskoy zashchity MCHS Belarusi = Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergencies of Belarus. 2018; 2; 1: 101-110. (In Russ.)

23. Trofimova N.N. Innovative methods of immersive training of enterprise workers using virtual reality technologies: foreign experience. Aktual'nyye problemy ekonomiki i upravleniya = Actual problems of economics and management. 2020; 4(28): 143-147. (In Russ.)

24. Cha M., Han S., Lee J., Choi B. A virtual reality based fire training simulator integrated with fire dynamics data. Fire Safety Journal. 2012; 50: 12-24. DOI: 10.1016/j.firesaf.2012.01.004.

25. Grabowski A., Jach K. The use of virtual reality in the training of professionals: with the example of firefighters. Computer Animation and Virtual Worlds. 2020. DOI: 10.1002/cav.1981.

26. Narciso D., Melo M., Raposo J.V., Cunha J., Bessa M. Virtual reality in training: an experimental study with firefighters. Multimedia Tools and Applications. 2020; 79; 9-10: 6227-6245. DOI: 10.1007/s11042-019-08323-4.

27. Xu Z., Lu X.Z., Guan H., Chen C., Ren A.Z. A virtual reality based fire training simulator with smoke hazard assessment capacity. Advances in Engineering Software. 2014; 68: 1-8. DOI: 10.1016/j.advengsoft.2013.10.004.

28. Gorokhov A.V., Petukhov I.V., Steshina L.A. Application of virtual reality systems in training tasks for operators of mobile objects. Novyye informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii i nauke = New information technologies in education and science. 2019; 2: 60-65. (In Russ.)

29. Mashnyuk A.N., Mikhaylov V.I., Sedel'nikov G.Ye., Golubev S.S. Formation of skills of safe actions among workers using virtual reality technologies. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal) = Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2018; S49: 362-374. (In Russ.)

30. Arias S., Wahlqvist J., Nilsson D., Ronchi E., Frantzich H. Pursuing behavioral realism in Virtual Reality for fire evacuation research. Fire and Materials. 2020. DOI: 10.1002/fam.2922.

31. Bulgakov V.V., Samoylov D.B., Maslov A.V. Monitoring the quality of training of graduates of departmental educational organizations of the EMERCOM of Russia. Problemy sovremennogo

obrazovaniya = Problems of modern education. 2019; 2: 162-174. (In Russ.)

32. Checa D., Bustillo A. A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*. 2020; 79; 9-10: 5501-5527. DOI: 10.1007/s11042-019-08348-9.

33. Pallavicini F., Pepe A., Minissi M.E. Gaming in Virtual Reality: What Changes in Terms of

Usability, Emotional Response and Sense of Presence Compared to Non-Immersive Video Games? *Simulation and Gaming*. 2019; 50; 2: 136-159. DOI: 10.1177/1046878119831420.

34. Bliss J. C., Tidwell C. D., Guest M. A. The effectiveness of virtual reality for administering spatial navigation training to firefighters. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 1997; 6; 1: 73-86. DOI: 10.1162/pres.1997.6.1.73.

Сведения об авторах

Игорь Александрович Малый

К.т.н., доцент,
начальник академии

Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, Иваново, Россия
Эл. почта: edufire@mail.ru

Владислав Васильевич Булгаков

К.т.н., доцент, заместитель начальника
академии — начальник института
профессиональной подготовки
Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, Иваново, Россия
Эл. почта: vbulgakov@rambler.ru

Ирина Юрьевна Шарабанова

К.т.н., доцент, заместитель начальника
академии по научной работе
Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, Иваново, Россия
Эл. почта: sharabanova@bk.ru

Олег Иванович Орлов

К.т.н., начальник научно-технического отдела
Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России,
Иваново, Россия
Эл. почта: orlov.iigps@gmail.com

Information about the authors

Igor A. Malyj

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Head of the Academy
Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting
Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia
E-mail: edufire@mail.ru

Vladislav V. Bulgakov

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, deputy
head of the Academy — head of the Institute of
professional training
Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting
Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia
E-mail: vbulgakov@rambler.ru

Irina YU Sharabanova

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, deputy
head of the Academy for scientific work
Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting
Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia
E-mail: sharabanova@bk.ru

Oleg I. Orlov

Cand. Sci. (Engineering), Head of scientific-technical
Department
Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting
Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia
E-mail: orlov.iigps@gmail.com