



Научно-практический
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
Том 24. № 3. 2020

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 23.06.20.
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 10,75. Тираж 1500 экз. Заказ

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

СОДЕРЖАНИЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

В.В. Булгаков

Исследование эффективности применения электронных образовательных ресурсов инструментами веб-аналитики (на примере ведомственного вуза МЧС России) 4

Е.А. Косова

Стандартизация доступности веб-контента 12

С.В. Буцык

Цифровое поколение в российском образовании: от актуальности проблемы к оценке воздействия цифровизации на обучающихся 24

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.П. Сергушичева, Е.Н. Давыдова

Построение компьютерной системы профориентации выпускников средних образовательных заведений на базе генетического алгоритма 33

Ю.Ю. Дюличева

О применении технологии дополненной реальности в процессе обучения математике и физике 44

В.В. Малиатаки, К.А. Киричек, А.А. Вендина

Дистанционные образовательные технологии как современное средство реализации активных и интерактивных методов обучения при организации самостоятельной работы студентов 56

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

В.В. Девятков, Габалин А.В.

Имитационное исследование бизнес-процессов с очередями с помощью среды моделирования GPSS Studio 67

А.А. Микрюков, А.В. Куулар

Разработка модели управления инцидентами в информационной системе предприятия на основе трехуровневой архитектуры с использованием ключевых (релевантных) метрик 78



Scientific and practical reviewed
journal

OPEN EDUCATION
Vol. 24. № 3. 2020

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 25/06/20.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 10,75. 1500 copies.
Order

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

CONTENTS

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Vladislav V. Bulgakov*
A study of the effectiveness to use electronic educational
resources with web analytics tools (on the example of a
departmental University of the Ministry of Emergency
Situations of Russia) 4
- Yekaterina A. Kosova*
Standardization of Web Content Accessibility 12
- Sergey V. Butsyk*
The Digital Generation in Russian Education: from
the Urgency of the Problem to Assessing the Impact of
Digitalization on Students 24

NEW TECHNOLOGIES

- Anna P. Sergushicheva, Elena N. Davydova*
Building a Computer Vocational Guidance System for
Graduates of Secondary Educational Institutions Based on a
Genetic Algorithm 33
- Yulia Yu. Dyulichева*
About the Usage of the Augmented Reality Technology in
Mathematics and Physics Learning 44
- Victoria V. Maliataki, Ksenia A. Kirichek, Alla A. Vendina*
Distance Learning Technologies as a Modern Resource of
Implementing Active and Interactive Methods of Education for
the Organization of Independent Work of Students 56

PROBLEMS OF INFORMATIZATION OF ECONOMICS AND MANAGEMENT

- Vladimir V. Devyatkov1, Alexey V. Gabalin2*
Simulation Research of Business Processes with Queues Using
GPSS Studio Modeling Environment 67
- Andrei A. Mikryukov, Aleksina V. Kuular*
Development of the Incident Management Model in an
Enterprise Information System Based on a Three-Tier
Architecture Using Key (Relevant) Metrics 78

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 Бернадский, 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, 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

Исследование эффективности применения электронных образовательных ресурсов инструментами веб-аналитики (на примере ведомственного вуза МЧС России)

Цель исследования. Целью работы является исследование эффективности применения электронных образовательных ресурсов и их востребованности у обучаемых. Доступность цифровых технологий и готовность обучаемых и преподавателей к обучению в электронной образовательной среде обеспечивает активное развитие данной формы организации учебного процесса. Для оценки эффективности и востребованности электронных образовательных ресурсов необходимы данные о параметрах эксплуатации и работы пользователей с учебным материалом.

Материалы и методы. Для получения данных о параметрах эксплуатации и работы пользователей в электронной образовательной среде предложено использовать многоуровневую автоматизированную систему обучения, контроля и анализа теоретических знаний — программу FireTest, которая предназначена для организации и реализации обучения по образовательным программам высшего образования специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, 40.05.03 Судебная экспертиза, направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность и образовательной программе среднего профессионального образования 20.02.04 Пожарная безопасность. Программа FireTest размещена в сети Интернет и позволяет проводить самостоятельное тестирование по специальностям, дисциплинам, темам дисциплин, а также осуществлять самоконтроль и контроль знаний со стороны преподавателей в режиме онлайн. В качестве инструмента оценки эффективности и востребованности программы FireTest предложено использовать сервис веб-аналитики — ЯндексМетрика. Для мониторинга программы FireTest отобраны ключевые параметры, характеризующие контингент пользователей и их активность работы в электронной образовательной среде, к которым относятся демографические параметры, параметры активности и лояльности обучаемых и параметры технологии.

Результаты. По результатам мониторинга демографических параметров, которые включали возраст аудитории в течение исследуемого периода, составляющего 1 месяц, в программу FireTest совершалось в среднем 27 визитов преподавателей и 15 визитов обучаемых. Посетители из числа обучаемых составляли 87%, из числа профессорско-преподавательского состава — 13%. Мониторинг активности пользователей по времени нахождения в программе FireTest показал, что обучаемые в среднем проводили на сайте 8 мин 57 сек, а преподаватели — 10 мин 32 сек. Наибольшее количество визитов обучаемых совершалось в течение занятий с 8-00 до 14-00 (55%), в период вне учебных занятий и самоподготовки с 17-00 до 22-00 (23%) наблюдалось равномерное обращение обучаемых к программе FireTest. Согласно мониторингу параметра лояльности, за исследуемый период 12% пользователей обращались к сайту всего 1 раз, наибольшее количество пользователей (48%) работали в программе FireTest от 16 до 127 раз, более 128 раз обращались к сайту 13% пользователей. Мониторинг параметра технологии показал, что в качестве основного устройства для работы в программе FireTest применяются смартфоны, доля которых составляет 88,2%. В качестве основных операционных систем, применяемых на смартфонах, служат iOS (51%) и Google Android (37%), а к числу наиболее популярных браузеров относятся Mobile Safari (44%).

Заключение. Результаты исследования позволяют сделать вывод об эффективности и востребованности у обучаемых Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России электронной образовательной среды, реализованной в программе FireTest, что подтверждается параметрами их лояльности и активности при дистанционной работе с учебным материалом.

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы, веб-аналитика, мониторинг, эффективность и востребованность автоматизированных программ обучения.

Vladislav V. Bulgakov

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters», Ivanovo, Russia

A study of the effectiveness to use electronic educational resources with web analytics tools (on the example of a departmental University of the Ministry of Emergency Situations of Russia)

Purpose of research. The purpose of this work is to study the effectiveness of the use of electronic educational resources and their demand for students. The availability of digital technologies and readiness of students and lecturers to study in the electronic educational environment ensure the active development of this form of educational process organization. To assess the effectiveness and

demand for electronic educational resources, data on the parameters of operation and user interaction with educational material are required.

Materials and methods. To obtain data on the operating parameters and users' work in the electronic educational environment, it is proposed to use a multi-level automated system for training, monitoring and analysis of theoretical knowledge — the Fire Test program, which is designed to

organize and implement training in higher education programs of the specialty 20.05.01 – Fire Protection, 40.05.03 – Forensic Examination, the direction of training 20.03.01 – Technosphere Safety and the educational program of secondary vocational education 20.02.04 – Fire Protection. The Fire Test program is available on the Internet and allows you to conduct independent testing on specialties, disciplines, subjects of disciplines, as well as to carry out self-monitoring and knowledge control by lecturers online. As a tool for evaluating the effectiveness and relevance of the Fire Test program, it is proposed to use the web analytics service – Yandex.Metrica. To monitor the Fire Test program, we have selected key parameters that characterize the number of users and their activity in the electronic educational environment, which include demographic parameters, parameters of activity and loyalty of trainees, and technology parameters.

Results. Based on the results of monitoring demographic parameters, which included the age of the audience during the study period of 1 month, the Fire Test program received an average of 27 visits from lecturers and 15 visits from trainees. Visitors from the number of students were 87%, from the number of Faculty Members – 13%. Monitoring user activity by time spent in the Fire Test program showed that students spent an average of 8 minutes 57 seconds on the site, and lecturers – 10 minutes 32 seconds. The largest number of visits of

trainees was made during classes from 8-00 to 14-00 (55%), during the period outside of training sessions and self-training from 17-00 to 22-00 (23%), there was a uniform appeal of trainees to the Fire Test program. According to the monitoring of the loyalty parameter, during the study period, 12% of users accessed the site only 1 time, the largest number of users (48%) worked in the Fire Test program from 16 to 127 times, and more than 128 times 13% of users accessed the site. Monitoring of the technology parameter showed that smartphones are used as the main device for working in the Fire Test program, the share of which is 88.2%. The main operating systems used on smartphones are iOS (51%) and Google Android (37%), while the most popular browsers are Mobile Safari (44%).

Conclusion. The results of the study allow us to conclude about the effectiveness and relevance of the electronic educational environment implemented by the Fire Test program among the trainees of Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, as evidenced by their loyalty and activity in remote operation with the educational material.

Keywords: electronic educational resources, web-analytics, monitoring, effectiveness and demand for the automated training programs.

Введение

Электронные формы обучения активно применяются в современном образовательном процессе, позволяя как педагогам, так и обучаемым взаимодействовать в сети Интернет с помощью компьютерных и мобильных устройств. Широкое распространение компьютерных и мобильных устройств и доступность сети Интернет, позволяет активно развивать электронную образовательную среду и постоянно расширять аудиторию обучаемых. Например, по данным аналитического агентства GfK, в России аудитория старше 16 лет, имеющая доступ в Интернет, значительно выросла за последние 3 года и в 2019 году составила 90 млн человек, достигнув отметки в 75,4% взрослого населения страны [1]. Также отмечается значительный рост мобильного интернета, по сравнению с 2018 годом в 2019 году доля пользователей интернета на мобильных устройствах в России увеличилась с 56% до 61%.

Доступность цифровых технологий обеспечивает активное развитие электронных форм обучения как в мире, так и в Российской Федерации [2]. Исследование отечественных и зарубежных авторов свидетель-

ствуют о готовности к обучению в электронной образовательной среде как обучаемых, так и преподавателей, которые проявляют активность по внедрению и развитию технологий дистанционного и мобильного обучения [3–10].

Активность использования для обучения электронной образовательной среды связана, прежде всего, с наличием качественного образовательного контента и функциональными возможностями программных продуктов. Наиболее широкое распространение получили программные продукты Moodle [11], Прометей [12], Blackboard [13], iSpring Online [14], ATutor [15], Flubaroo [16] и ряд других, которые активно используются для дистанционного обучения и формируют электронную образовательную среду. Данные системы дистанционного обучения предназначены для управления учебным процессом, создания учебных курсов и тестовых заданий, реализации контроля усвоения учебного материала и отслеживания прогресса обучаемых.

Для оценки эффективности применения программных продуктов помимо результатов обучения необходимы данные о параметрах эксплуатации и работы пользователей в электронной образовательной сре-

де, по которым можно судить о востребованности электронных образовательных ресурсов у обучаемых и преподавателей.

Востребованность может быть оценена техническими и программными средствами мониторинга параметров использования пользователями электронных образовательных ресурсов. Для преподавателя, реализующего образовательный процесс с применением электронной образовательной среды, важно знать ключевые параметры работы обучаемых с образовательным контентом, в том числе характеристику обучаемых, их отношение к электронной форме обучения, а также технические устройства, применяемые для доступа к электронным ресурсам и обучения. Например, сведения о видах компьютерных и мобильных устройств, применяемых обучаемыми, должны учитываться при создании учебного материала, для его правильного структурирования и отображения, в том числе рисунков, фото и видеоматериалов [17].

Методология исследования и результаты

Мониторинг электронных образовательных ресурсов реализуется с помощью

различного научно-исследовательского инструментария и методов анализа [18–21], но практически не применяются системы веб-аналитики, например, такие как ЯндексМетрика, Google Analytics, Openwebanalytics. В имеющихся работах в основном рассматривается использование инструментов веб-аналитики для оценки посещаемости электронных библиотек [22] и сайтов образовательных организаций [23, 24].

Для оценки посредством инструментов веб-аналитики эффективности применения программных продуктов и востребованности электронных образовательных ресурсов отобраны следующие ключевые параметры, характеризующие контингент обучаемых и их активность в электронной образовательной среде, которая может функционировать в форме сайта, размещенного в сети Интернет:

- демографические параметры;
- параметры активности обучаемых;
- параметры лояльности;
- параметры технологии.

Демографические параметры могут включать возраст и пол аудитории обучаемых. Представляет интерес географическое расположение пользователей, обучающихся в электронной образовательной среде. Активность обучаемых включает статистику посещаемости сайта по времени суток, времени нахождения на сайте, глубины просмотра страниц сайта. На лояльность пользователей к работе в электронной образовательной среде влияет, прежде всего, график учебного процесса, который требует его выполнения со стороны обучаемых, но в тоже время если сайт вызывает интерес у обучаемых, общее число визитов и их периодичность могут значительно превышать необходимый минимум посещений для выполнения учебного графика.

Параметры технологии необходимы как преподавателям, так и лицам, осуществляющим техническую поддержку сайта и обеспечивающих дальнейшее совершенствование и развитие электронной образовательной среды. К основным параметрам технологии относятся применяемые операционные системы и браузеры, а также применяемые пользователями устройства для доступа и работы в электронной образовательной среде. Ключевые параметры, характеризующие эффективность и востребованность электронных образовательных ресурсов, должны оцениваться с учетом временного фактора, для получения объективных данных по динамике их развития.

С помощью системы веб-аналитики ЯндексМетрика проведено исследование работы обучаемых Ивановской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России (далее – академия) в многоуровневой автоматизированной системе обучения, контроля и анализа теоретических знаний (далее – программа FireTest), на которую получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ [25]. Программа FireTest внедрена в образовательный процесс академии с 2017 года и применяется для организации и реализации обучения по образовательным программам высшего образования специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, 40.05.03 Судебная экспертиза, направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность и образовательной программе среднего профессионального образования 20.02.04 Пожарная безопасность [26].

В программе зарегистрированы 109 преподавателей и более 1000 обучаемых. Для организации обучения и контроля уровня теоретической подготовки обучаемых по каждой дисциплине специальностей и направлений подготовки

сформированы базы теоретических вопросов, которые в целом насчитывают более 15 тыс. вопросов. Программа FireTest позволяет проводить самостоятельное тестирование по специальностям, дисциплинам, темам дисциплин, а также осуществлять самоконтроль и контроль знаний со стороны преподавателей в режиме онлайн. В программе предусмотрена игровая форма обучения, которая позволяет обучаемым в соревновательном режиме проводить поединки между собой на лучшее знание теоретического материала [27]. Для работы в программе используются как стационарные компьютерные, так и мобильные устройства. Наличие мобильной версии программы позволяет обучаемым посредством смартфонов иметь постоянный доступ к теоретическому материалу вне зависимости от места и времени нахождения.

Используемая система веб-аналитики ЯндексМетрика обладает необходимым инструментарием для широкого мониторинга параметров работы пользователей в программе FireTest. Для оценки динамики параметров работы пользователей в программе FireTest выбран временной период – 1 месяц.

Демографические параметры

Оценка демографических параметров, к которым относится возраст пользователей проведена по количеству визитов (рис. 1).

Из 17990 визитов, 15031 относится к обучаемым, 2959 визитов совершили преподаватели. В среднем в течении месяца каждым преподавателем совершено 27 визитов в программу FireTest, каждым обучаемым – 15 визитов.

Посетители из числа обучаемых составляют 87%, профессорско-преподавательский состав – 13%. Пользователи мужского пола составляют 74,2%, женского – 25,8%, что

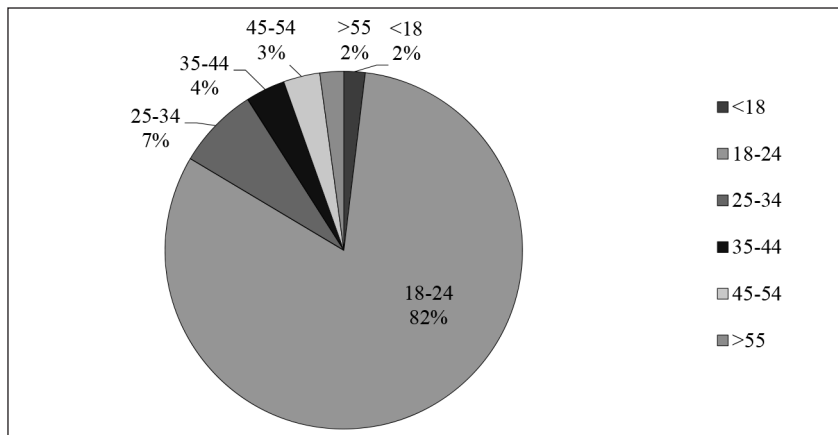


Рис. 1. Распределение пользователей по возрасту и количеству визитов

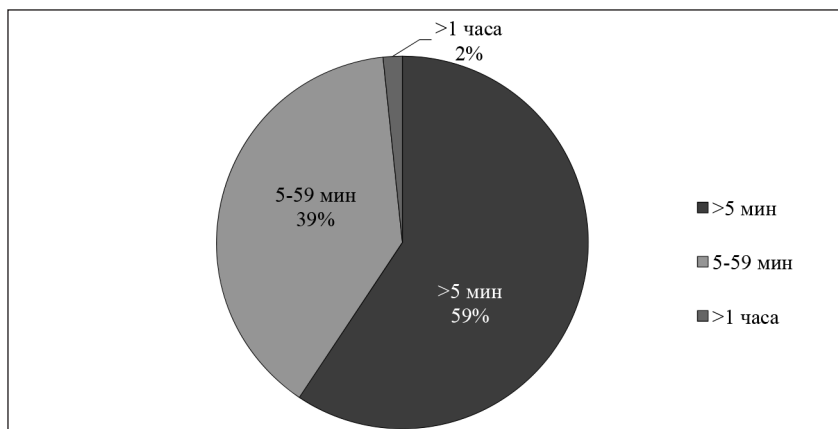


Рис. 2. Распределение пользователей по времени нахождения на сайте и количеству визитов

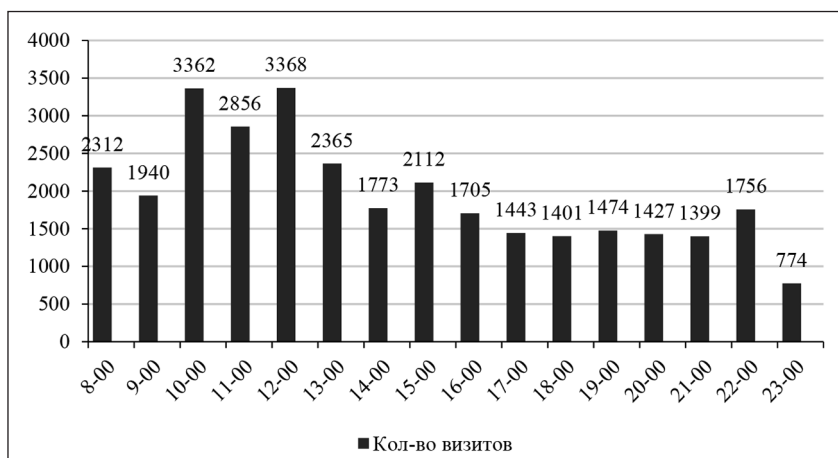


Рис. 3. Распределение количества визитов пользователей по времени суток

соотносится с данными кадрового состава по полу преподавателей и обучающихся академии.

Параметры активности обучающихся

Оценка параметров активности работы проведена по количеству визитов и време-

ни нахождения пользователей на сайте программы FireTest (рис. 2).

Среднее время нахождения на сайте составляет 8 мин 35 сек., в том числе по обучаемым — 8 мин 57 сек, по преподавателям — 10 мин 32 сек. Продолжительность нахожде-

ния пользователей на сайте от 5 до 19 мин составляет 27% от всех визитов.

Данные о посещаемости сайта программы FireTest по времени суток представлены на рис. 3.

Сведения о посещении сайта программы FireTest по времени суток позволяют получить данные об интенсивности работы обучаемых с теоретическим материалом. Наибольшее количество визитов наблюдается в течении учебных занятий (8-00–14-00) — 55%, что связано с проведением тестирования обучаемых. В период самостоятельной работы обучаемых в академии (15-00–17-00) интенсивность визитов составляет 16%, в свободное от учебы время (17-00–22-00) — 23%. В период с 23-00 до 7-00 пользователи также обращаются к программе FireTest, количество визитов составляет — 6%. Вне учебных занятий и самоподготовки в период с 17-00 до 22-00 наблюдается равномерное обращение обучаемых к программе FireTest.

Параметры лояльности

Параметры лояльности можно оценить по общему числу визитов, но надо учитывать административный фактор, требующий от обучаемых выполнения заданий в рамках графика учебного процесса. Вместе с тем можно оценить интенсивность визитов пользователей, с учетом количества их обращений к сайту программы FireTest (рис. 4).

За исследуемый период 12% пользователей обращались к сайту всего 1 раз. Наибольшее количество пользователей (48%) в течении месяца работали в программе FireTest от 16 до 127 раз, более 128 раз обращались к сайту 13% пользователей.

Параметры технологии

Для работы в программе FireTest пользователи используют персональные компьютеры, планшеты и смартфоны.

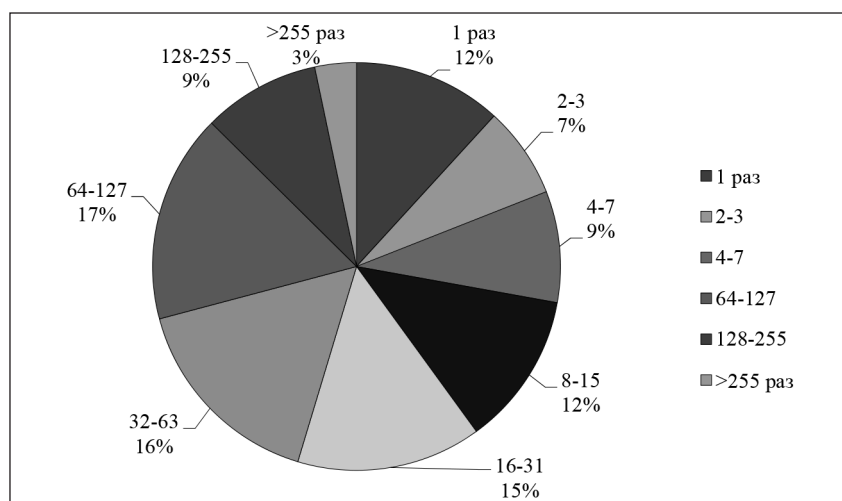


Рис. 4. Интенсивность посещения пользователями сайта программы FireTest с учетом количества обращений

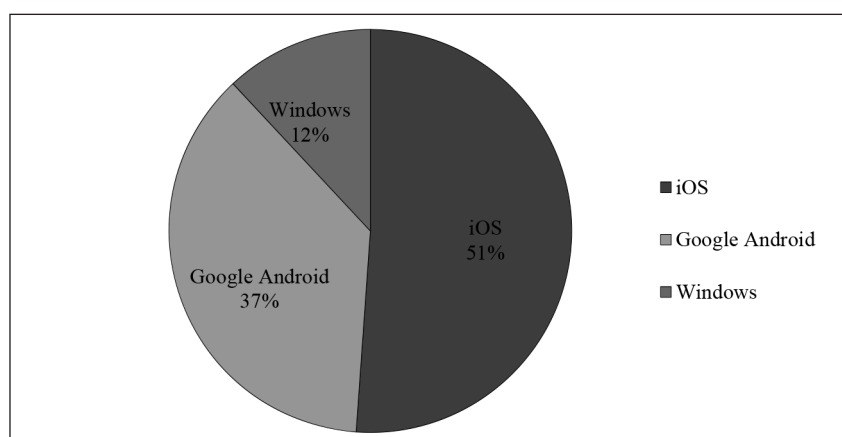


Рис. 5. Применяемые операционные системы для работы в программе FireTest

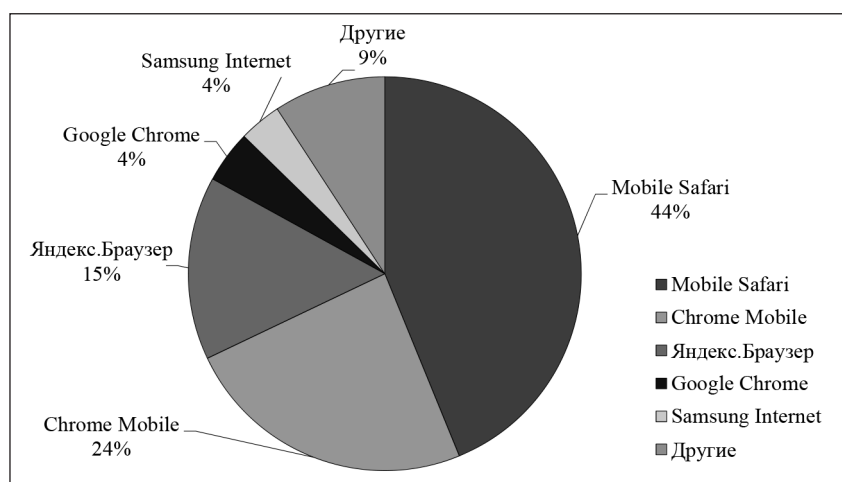


Рис. 6. Применяемые браузеры для доступа к электронным образовательным ресурсам сайта программы FireTest

В качестве основного устройства применяются смартфоны, доля которых составляет 88,2%. Значительно меньше используются персональные

компьютеры – 11,6%, а также планшеты, которые составляют всего 0,27%.

Используемые операционные системы связаны, пре-

жде всего, с применяемыми устройствами и моделями устройств. При использовании персональных компьютеров применяется операционная система Windows (12%) от компании «Microsoft», в случае применения мобильных устройств – смартфонов и планшетов применяются операционные системы iOS (51%) от компании «Apple» и Google Android (37%) от компании «Google» (рис.5).

К наиболее популярным браузерам в среде которых обеспечивается доступ к электронным образовательным ресурсам сайта программы FireTest относятся Mobile Safari через который работают 44% пользователей, Chrome Mobile – 24% пользователей и Яндекс.Браузер – 15% пользователей. Всего для доступа к электронным образовательным ресурсам программы FireTest используются 26 браузеров, из которых 5 браузеров обеспечивают 91% визитов пользователей, на 21 браузер приходится 9% визитов пользователей (рис.6).

Заключение

Проведено исследование эффективности и востребованности многоуровневой автоматизированной системы обучения, контроля и анализа теоретических знаний – программы FireTest, позволяющей посредством различных устройств обеспечить доступ пользователей к образовательному контенту вне зависимости от времени и места их нахождения. Для проведения исследования определены ключевые параметры, характеризующие контингент обучаемых и активность их работы в программе FireTest. Для мониторинга ключевых параметров использовался сервис ЯндексМетрика, который позволяет с учетом временного фактора получать объективные данные и динамику их развития.

Результаты исследования позволяют сделать вывод об эффективности и востребованности электронной образовательной среды, реализованной в виде программы FireTest у обучаемых Ивановской пожарно-спасательной академии

ГПС МЧС России, что подтверждается параметрами их лояльности и активности при дистанционной работе с учебным материалом.

Для детализированного мониторинга работы пользователей в электронной образова-

тельной среде, в том числе в условиях длительного интервала времени, имеются дополнительные инструменты сервиса ЯндексМетрика, которые при необходимости возможно использовать с учетом поставленных задач.

Литература

1. Исследование GfK: Проникновение Интернета в России [Электрон. ресурс] // Исследовательская компания «GfK Group». Режим доступа: <https://www.gfk.com/ru/insaity/press-release/issledovanie-gfk-proniknovenie-interneta-v-rossii/>. (Дата обращения: 09.04.2020).
2. Краснова Г.А., Нухулы А., Тесленко В.А. Основные тенденции развития рынка электронного образования в мире // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2017. № 3 (41). С. 93–98.
3. Белоглазов А.А., Белоглазова Л.Б., Белоглазова И.А., Трубочеев Е.В., Мальцев О.Л., Клецкин А.А., Печерский Д.К., Блохин М.Р. Использование технологий M-learning в высшем образовании: проблемы и перспективы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2018. Т. 15. № 4. С. 432–442.
4. Жилина А.И., Чепуренко Г.П., Юрьева Д.В. Мобильное обучение как педагогическая инновация в системе управления знаниями // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. 2019. № 2. С. 132–146.
5. Касаткина Н. Н. Исследование готовности студентов вузов к мобильному обучению // Ярославский педагогический вестник. 2017. № 6. С. 133–138.
6. Мотовиц Т.Г., Пенькова А.С., Прохорова Е.Д. Современные тенденции развития системы образования // Проблемы высшего образования. 2019. № 1. С. 45–47.
7. Al-Emran M., Elsherif H.M., Shaalan K. Investigating attitudes towards the use of mobile learning in higher education // Computers in Human Behavior. 2016. Vol. 56. P. 93–102. DOI: 10.1016/j.chb.2015.11.033.
8. Navarro C. X., Molina A. I., Redondo M. A., Juárez-Ramírez R. Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach // Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje, 2016. Vol. 11 (1). P. 33–40. DOI: 10.1109/RITA.2016.2518459.
9. Ngampornchai A., Adams J. Students' acceptance and readiness for E-learning in Northeastern Thailand // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2016. Vol. 13 (1). DOI: 10.1186/s41239-016-0034-x.
10. Shorfuzzaman M., & Alhussein M. Modeling Learners' Readiness to Adopt Mobile Learning: A Perspective from a GCC Higher Education Institution // Mobile Information Systems. 2016. DOI: 10.1155/2016/6982824.
11. Лученецкая-Бурдина И.Ю., Федотова А.А. Контроль знаний студентов в системе электронного обучения // Ярославский педагогический вестник. 2017. № 3. С. 131–135.
12. Леонтьева И.А., Ребрина Ф.Г. Применение дистанционных электронных учебных курсов в образовательном процессе высшей школы // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2018. № 3. С. 114–124.
13. Белоус И. А., Чупалов А. Я. Сравнительный анализ современных систем дистанционного обучения // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2019. № 3 (49). С. 85–95.
14. Ковальчук С.С., Гаркуша Н.А., Медянкина Е.Н., Мухина Ю.Н. Онлайн-обучение: из опыта зарубежных и Российских вузов // Высшее образование сегодня. 2020. № 1. С. 31–37.
15. Жадаев Д.С. Системы дистанционного обучения: обзор программных платформ // Информатизация образования и науки. 2019. № 3 (43). С. 15–21.
16. Шаверская О.Н. Использование приложений Google в работе учителя // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: информатика и информатизация образования. 2016. № 4. С. 44–49.
17. Камалидинова Э.Р., Сардак Л.В. Особенности подготовки электронных образовательных ресурсов для использования при реализации мобильного обучения // Педагогическое образование в России. 2017. № 6. С. 53–59.
18. Анохин А.А. Развитие электронных информационных ресурсов библиотеки учреждения высшего образования в оценке их востребованности пользователями // Веснік Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта культуры і мастацтваў. 2017. № 1 (27). С. 146–155.
19. Кудинова Г.Ф., Капишева Т.Ю., Попова Е.В., Курбангалеева Г.М. Мониторинг русскоязычных образовательных интернет-ресурсов, связанных с изучением и преподаванием русского языка // Вестник Челябинского го-

сударственного педагогического университета. 2018. № 3. С. 102–113.

20. Куценко С.М., Косулин В.В. Электронные образовательные ресурсы как инструмент обучения // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2017. № 4 (36). С. 127–134.

21. Савкина А.В., Нуштаева А.В., Савинов И.А., Вечканова Ю. С. Статистические исследования качества электронных образовательных ресурсов // Образовательные технологии и общество. 2019. Т. 22. № 3. С. 81–93.

22. Канн С.К. Методологические подходы к оценке посещаемости библиотечных сайтов // Труды ГПНТБ СО РАН. 2018. № 13-2. С. 252–263.

23. Шевченко Д.А. Цифровой маркетинг в сфере образования // Практический маркетинг. 2018. № 1 (251). С. 3–11.

24. Никитина Е.Э. Анализ вузовского сайта как элемента цифрового образования: поиск

путей совершенствования // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2019. № 3. С. 103–109.

25. Малый И.А., Булгаков В.В., Акимов М.И., Костерин И. В. Многоуровневая автоматизированная система обучения, контроля и анализа уровня теоретических знаний обучающихся в образовательных учреждениях высшего образования системы МЧС России» (FIRETEST) // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017613078, 10.03.2017. Заявка № 2017610210 от 10.01.2017.

26. Булгаков В.В. Повышение качества теоретической подготовки курсантов с помощью информационно-коммуникационных технологий // Открытое образование. 2019. Т. 23. № 5. С. 44–53.

27. Булгаков В.В. Структурно-методическая модель компьютерной программы контроля теоретических знаний курсантов // Открытое образование. 2018. Т. 22. № 3. С. 4–13.

References

1. GfK research: Internet penetration in Russia [Internet]. Issledovatel'skaya kompaniya «GfK Group» = Research company «GfK Group». Available from: <https://www.gfk.com/ru/insaity/press-release/issledovanie-gfk-proniknovenie-interneta-v-rossii/>. (cited 09.04.2020). (In Russ.)

2. Krasnova G.A., Nukhuly A., Teslenko V.A. The main trends in the development of the market of electronic education in the world. Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya = Bulletin of Moscow City Pedagogical University. Series: Informatics and Informatization of Education. 2017; 3 (41): 93–98. (In Russ.)

3. Beloglazov A.A., Beloglazova L.B., Beloglazova I.A., Trubacheyev Ye.V., Mal'tsev O.L., Kletskin A.A., Pecherskiy D.K., Blokhin M.R. M-learning technologies in higher education: problems and prospects. Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya = Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of Education. 2018; 15; 4: 432–442. (In Russ.)

4. Zhilina A.I., Chepurens G.P., Yur'yeva D.V. Mobile learning as a pedagogical innovation in the knowledge management system. Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.S. Pushkina = Bulletin of the Leningrad State University. A.S. Pushkin. 2019; 2: 132–146. (In Russ.)

5. Kasatkina N.N. Study of the readiness of university students to mobile learning. Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik = Yaroslavl Pedagogical Bulletin. 2017; 6: 133–138. (In Russ.)

6. Motovits T.G., Pen'kova A.S., Prokhorova Ye.D. Current trends in the development of the

education system. Problemy vysshego obrazovaniya = Problems of Higher Education. 2019; 1: 45–47. (In Russ.)

7. Al-Emran M., Elsherif H.M., Shaalan K. Investigating attitudes towards the use of mobile learning in higher education. Computers in Human Behavior. 2016; 56: 93–102. DOI: 10.1016/j.chb.2015.11.033.

8. Navarro C.X., Molina A.I., Redondo M.A., Juárez-Ramírez R. Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach. Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje. 2016. 11 (1): 33–40. DOI: 10.1109/RITA.2016.2518459.

9. Ngampornchai A., & Adams J. Students' acceptance and readiness for E-learning in Northeastern Thailand. International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2016; 13 (1). DOI: 10.1186/s41239-016-0034-x.

10. Shorfuzzaman M., Alhussein M. Modeling Learners' Readiness to Adopt Mobile Learning: A Perspective from a GCC Higher Education Institution. Mobile Information Systems. 2016. DOI: 10.1155/2016/6982824.

11. Luchenetskaya-Burdina I.YU., Fedotova A.A. Investigating attitudes towards the use of mobile learning in higher education. Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik = Computers in Human Behavior. 2017; 3: 131–135. (In Russ.)

12. Leont'yeva I.A., Rebrina F.G. Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje. 2018; 3: 114–124. (In Russ.)

13. Belous I. A., Chupalov A. YA. Comparative analysis of modern distance learning systems.

Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya = Bulletin of Moscow City Pedagogical University. Series: Informatics and Informatization of Education. 2019; 3 (49): 85-95. (In Russ.)

14. Koval'chuk S.S., Garkusha N.A., Medyankina Ye.N., Mukhina YU.N. Online education: from the experience of foreign and Russian universities. Vyssheye obrazovaniye segodnya = Higher education today. 2020; 1: 31-37.

15. Zhadayev D.S. Distance learning systems: a review of software platforms. Informatizatsiya obrazovaniya i nauki = Informatization of education and science. 2019; 3 (43): 15-21. (In Russ.)

16. Shaverskaya O.N. Use of Google applications in the work of a teacher. Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: informatika i informatizatsiya obrazovaniya = Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series: informatics and informatization of education. 2016; 4: 44-49. (In Russ.)

17. Kamalidinova E.R., Sardak L.V. Features of the preparation of electronic educational resources for use in the implementation of mobile learning. Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii = Pedagogical education in Russia. 2017; 6: 53-59. (In Russ.)

18. Anokhin A.A. Development of electronic information resources of the library of a higher education institution in assessing their demand by users. Vesnik Belaruskaga dzyarzhaynaga univertsiteta kul'tury i mastatstva = Vesnik Belaruskaga dzyarzhaynaga universiteta culture i mastatstva. 2017; 1 (27): 146-155. (In Russ.)

19. Kudinova G.F., Kapisheva T.YU., Popova Ye.V., Kurbangaleyeva G.M. Monitoring of Russian-language educational Internet resources related to the study and teaching of the Russian language. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Bulletin of the Chelyabinsk State Pedagogical University. 2018; 3: 102-113. (In Russ.)

20. Kutsenko S.M., Kosulin V.V. Electronic educational resources as an educational tool. Vestnik

Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta = Bulletin of Kazan State Power Engineering University. 2017; 4 (36): 127-134. (In Russ.)

21. Savkina A.V., Nushtayeva A.V., Savinov I.A., Vechkanova YU.S. Statistical studies of the quality of electronic educational resources. Obrazovatel'nyye tekhnologii i obshchestvo = Educational Technologies and Society. 2019; 22; 3: 81-93. (In Russ.)

22. Kann S.K. Methodological approaches to assessing the attendance of library sites. Trudy GPNTB SO RAN = Transactions of SPSL SB RAS. 2018; 13-2: 252-263. (In Russ.)

23. Shevchenko D.A. Digital marketing in the field of education. Prakticheskiy marketing = Practical marketing. 2018; 1 (251): 3-11. (In Russ.)

24. Nikitina Ye.E. Analysis of a university site as an element of digital education: the search for ways to improve. Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravleniye = Bulletin of Tver State University. Series: Economics and Management. 2019; 3: 103-109. (In Russ.)

25. Maly I.A., Bulgakov V.V., Akimov M.I., Kosterin I. V A multi-level automated system for teaching, monitoring and analyzing the level of theoretical knowledge of students in higher education institutions of the Ministry of Emergencies of Russia «(FIRETEST). Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM RU 2017613078 = Certificate of registration of a computer program RU 2017613078, March 10, 2017. Application No. 2017610210 of January 10, 2017. (In Russ.)

26. Bulgakov V.V. Improving the quality of theoretical training of cadets using information and communication technologies. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2019; 23; 5: 44-53. (In Russ.)

27. Bulgakov V.V. Structural and methodological model of a computer program for controlling the theoretical knowledge of cadets. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2018; 22; 3: 4-13. (In Russ.)

Сведения об авторе

Владислав Васильевич Булгаков

Ивановская пожарно-спасательная академия
Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам
гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий,
Иваново, Россия
Эл. почта: vbulgakov@rambler.ru

Information about the author

Vladislav V. Bulgakov

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire
Service of the Ministry of the Russian Federation
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of
Consequences of Natural Disasters,
Ivanovo, Russia
E-mail: vbulgakov@rambler.ru

Стандартизация доступности веб-контента

Цель исследования: обзор международных и государственных стандартов доступности веб-ресурсов для лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) для формирования рекомендаций к использованию существующих стандартов при разработке отраслевых регламентов, в том числе в сфере электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Результаты последних исследований указывают на низкую доступность русскоязычных массовых открытых онлайн-курсов для лиц с ОВЗ. Изучение содержания и механизмов реализации существующих стандартов веб-доступности может быть полезно для поиска эффективных решений обеспечения доступа обучающихся с особыми потребностями к образовательным услугам, которые предоставляются онлайн.

Материал и методы. В качестве базиса для обзора использовался перечень политик доступности, размещенный на официальном сайте инициативы веб-доступности (англ. *Web Accessibility Initiative, WAI*). Изучены оригинальные версии международных и государственных стандартов, сопряженных с политиками веб-доступности. В ходе исследования обнаружены актуальные обновления и дополнительные документы, которые также включены в обзор. Для анализа стандартов Российской Федерации использованы материалы ресурсов Росстандарт и Техэксперт.

Результаты. Исследованы положения международного стандарта в области веб-доступности – руководства по обеспечению доступности веб-контента (англ. *Web Content*

Accessibility Guidelines, WCAG). Установлено, что практически все зарубежные государственные стандарты идентичны одной из последних версий WCAG или представляют собой адаптированную версию WCAG, что обосновывает необходимость следовать руководящим принципам WCAG при разработке новых политик и стандартов доступности. В ходе сравнительного анализа национального стандарта ГОСТ Р 52872-2019 и руководства WCAG 2.1 обнаружена полная идентичность требований. При этом, ГОСТ Р 52872-2019 распространяет свои требования на любую информацию, представленную в электронно-цифровой форме, для взаимодействия с которой используются веб-технологии или им подобные. В действующих национальных стандартах Российской Федерации в области электронного обучения не обнаружены требования, регламентирующие доступность образовательных ресурсов для лиц с ОВЗ.

Заключение. При разработке отраслевых стандартов в области информационно-коммуникационных технологий необходимо опираться на актуальный международный стандарт доступности WCAG 2.1. Национальный стандарт ГОСТ Р 52872-2019 может быть рекомендован к использованию в качестве базиса для модификации отраслевых стандартов, в том числе в сфере электронного обучения, в части веб-доступности.

Ключевые слова: стандарты веб-доступности; WCAG; лица с ограниченными возможностями здоровья; электронное обучение

Yekaterina A. Kosova

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

Standardization of Web Content Accessibility

Purpose of research. The paper provides an overview of international and state standards in the field of web resources accessibility for persons with disabilities in order to create guidance for using existing standards in the development of industry regulations, including the area of e-learning technologies.

Results of recent studies indicate low accessibility of Russian-language mass open online courses for people with disabilities. Studying the content and implementing mechanisms of existing web accessibility standards can be useful for finding effective solutions that will help to provide an access to educational online services for students with special needs.

Material and methods. The list of accessibility policies available on the official website of the Web Accessibility Initiative (WAI) was used as a basis for the review. Original versions of international and state standards pertaining to the web-accessibility policies have been studied. The study found relevant updates and additional documents, which were also included into the review. The materials of the Rosstandart (Federal Agency on Technical Regulating and Metrology) and Tekhekspert resources were used for the analysis of the Russian Federation standards.

Results. The provisions of the international standard in the field of web accessibility – the Web Content Accessibility Guidelines

(WCAG) – have been studied. It was found that almost all the foreign national standards are identical to one of the latest versions of the WCAG or are an adapted version of WCAG. It justified the need to follow the WCAG guidelines for developing new policies and accessibility standards. A comparative analysis of the national state standard GOST R 52872-2019 and WCAG 2.1 revealed the identity of the requirements. At the same time, GOST R 52872-2019 extends its requirements on any information presented in the electronic digital form that is utilizing web technologies or similar technologies. The web accessibility requirements governing the accessibility of educational resources for individuals with disabilities were not found in the existing Russian Federation standards in the field of e-learning.

Conclusion. It is necessary to rely on the current international accessibility standard WCAG 2.1 in the development of industry standards in the field of information and communication technologies. The national state standard GOST R 52872-2019 can be recommended as a basis for modification industry standards of the Russian Federation, in particular, in the field of e-learning in terms of web accessibility.

Keywords: web-accessibility standards; WCAG; persons with disabilities; e-learning.

Введение

Согласно статье 9 Конвенции о правах инвалидов Организации Объединенных Наций: «государства-участники

принимают надлежащие меры для обеспечения лицам с инвалидностью доступа <...> к информации и связи», поощряя проектирование изначально доступных информа-

ционно-коммуникационных технологий и систем, включая Интернет, а также разработку, введение в действие и соблюдение стандартов и руководящих принципов доступности

объектов и услуг [1]. По состоянию на май 2020 года Конвенция имеет 163 подписанта и 181 сторону, включая Российскую Федерацию (РФ) [2]. Для целей Конвенции введено понятие «разумное приспособление», которое означает «внесение <...> необходимых и подходящих модификаций и коррективов, не становящихся несоразмерным или неоправданным бременем» для реализации лицами с инвалидностью основных прав и свобод наравне с другими членами общества [1].

Интернет устраняет барьеры, препятствующие доступу к информации людей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Обеспечение доступности Интернет-услуг для лиц с ОВЗ и инвалидностью является предметом разработки международных и национальных политик веб-доступности [3] и может квалифицироваться как «разумное приспособление».

Под веб-доступностью понимают инклюзивную практику, при которой веб-сайты, онлайн инструменты и веб-технологии разрабатываются таким образом, чтобы их могли использовать люди с особыми потребностями, в том числе и особенно лица с ОВЗ [4]. При организации доступного веб-контента необходимо учитывать индивидуальные особенности, которые могут препятствовать доступу пользователя в Интернет. К нарушениям и ограничениям, создающим барьеры доступа, относят: нарушения зрения (слепота, слабовидение, пониженное зрение, цветовая слепота); нарушения слуха (глухота, сниженный слух); нарушения речи; нарушения опорно-двигательного аппарата; неврологические расстройства (в том числе, судорожные припадки); когнитивные нарушения (в том числе, проблемы обучаемости); временные ограничения (например, перелом

руки или потерянные очки); ситуативные ограничения (например, яркий солнечный свет или шумное помещение); технические ограничения (например, использование устройств с небольшим экраном); ограничения интернет-соединения; пожилой возраст [4–6]. Говорят, что дизайн веб-страницы доступен, если пользователь может свободно оперировать веб-контентом без посторонней помощи, а именно – воспринимать материал и понимать его, ориентироваться в пределах страницы или группы связанных страниц, перемещаться по гиперссылкам и вносить свои данные в интерактивные формы [7, 8]. При этом веб-интерфейс должен быть совместим с так называемыми ассистивными технологиями – вспомогательным аппаратным и программным обеспечением, которое установлено на компьютере или мобильном устройстве пользователя [9].

Проблема доступности веб-ресурсов для людей с ОВЗ остается актуальной в международных масштабах и отдельно взятых государствах, включая РФ. В дорожной карте по улучшению доступности объектов и услуг в сфере образования для лиц с ОВЗ на 2016–2030 годы, утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ №1399 от 02.12.2015 г., заявлено, что к 2030 году доля образовательных услуг, предоставляемых обучающимся с ОВЗ дистанционно, будет составлять 29% от количества объектов образования, которые на 2015 год не имели безбарьерной среды [10]. Эта перспектива отчасти согласуется с Декларацией Циндао (провозглашена на Международной конференции ЮНЕСКО в 2015 году) [11], в которой государства-участники взяли на себя обязательства к 2030 году обеспечить доступ к электронному обучению (ЭО) и цифровой образова-

тельной среде для всех обучающихся. При этом наилучшим средством для реализации обучения на протяжении всей жизни и формирования индивидуальных траекторий обучения в высшем образовании признаны массовые открытые онлайн курсы (МООК). Но время и обстоятельства внесли свои коррективы. Пандемия COVID-19 и связанные с ней карантинные мероприятия обусловили тотальный перенос образовательного процесса из аудиторий в Сеть [12]. Таким образом, возникла необходимость охватить ЭО с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) 100% обучающихся образовательных учреждений всех типов. В этой ситуации школьники и студенты с ОВЗ стали «заложниками обстоятельств», так как дистанционная модель оказалась не готова к поддержке обучения людей с особыми потребностями, а ее главные инструменты – МООК – не соответствовали требованиям веб-доступности, о чем свидетельствуют итоги исследований последних лет. Так, результаты работ [13–15] указывают на низкую доступность МООК, размещенных на различных платформах онлайн-образования. В [16, 17] обнаружено, что русскоязычные МООК не всегда доступны, особенно для лиц с глубоким нарушением зрения. Исследование [18] показало, что ведущие МООК-платформы Coursera и EdX имеют нарушения веб-доступности. В более ранних публикациях выявлена слабая доступность платформ международного уровня [13, 19, 20] и национальных площадок онлайн-образования [21–23].

Одной из причин низкой доступности МООК для лиц с ОВЗ является недостаток знаний о существующих регламентах веб-доступности у разработчиков курсов и команд поддержки МООК-платформ, а также отсутствие норматив-

ных оснований к обязательному соблюдению этих регламентов в образовательном процессе.

Содержание и механизмы реализации стандартов веб-доступности представляют практический интерес для поиска эффективных решений обеспечения доступа лиц с ОВЗ к онлайн-услугам, охватывающим всевозможные области жизнедеятельности человека, включая образование и обучение.

Целью настоящей статьи является обзор международных и государственных стандартов доступности веб-ресурсов для лиц с ОВЗ для формирования рекомендаций к использованию существующих стандартов при разработке отраслевых регламентов, в том числе в сфере ЭО и ДОТ.

1. Стандарты W3C

Главным органом стандартизации веб-технологий является Международный консорциум всемирной паутины (англ. World Wide Web Consortium, W3C). В 2007 году W3C получил статус утвержденной организации-инициатора справочной спецификации (англ. Approved Referenced Specification Originator Organization, ARO) для международных стандартов в сфере информационных технологий ISO/IEC JTC1. Это означает, что стандарты ISO/IEC JTC1 могут ссылаться на W3C «как есть» (англ. «as is») [24]. С 2010 года W3C аккредитован в качестве действительного отправителя ISO/IEC JTC 1 PAS, то есть организации, которая может направлять свои спецификации напрямую для голосования и принятия в качестве стандарта ISO.

На веб-странице стандартов W3C по фильтру «accessibility» (рус. «доступность») обнаружено 83 спецификации, из которых статус рекомендаций (утвержденных стандартов)

имеют 17 документов, рабочих проектов – 36.

Согласно W3C доступность Интернета для лиц с ОВЗ может быть достигнута, если доступны и находятся во взаимодействии следующие компоненты: веб-контент (содержательная часть и разметка); пользовательские агенты (браузеры и прочие веб-приложения); ассистивные технологии (вспомогательное программное и аппаратное обеспечение); пользователи с ОВЗ, которые знают адаптивные стратегии оперирования веб-страницами; веб-разработчики, обладающие компетенциями к разработке доступных веб-страниц; программное обеспечение веб-разработчика; инструменты оценки доступности веб-ресурсов [25].

Стандарты доступности в Интернет разрабатываются рабочими группами инициативы W3C по обеспечению веб-доступности (англ. Web Accessibility Initiative, WAI). Эталонными документами в этой сфере являются Руководящие принципы доступности веб-контента (англ. Web Content Accessibility Guidelines, WCAG), которые создаются в сотрудничестве со специалистами и организациями по всему миру, с целью обеспечения единого международного стандарта, удовлетворяющего потребностям правительств, государственных структур, частных организаций и отдельных граждан. Кроме WCAG выделяют стандарты Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG), регламентирующие требования к доступным инструментам разработки веб-контента, и User Agent Accessibility Guidelines (UAAG), определяющие характеристики пользовательских агентов. Все рекомендации разрабатываются в соответствии с техническими спецификациями W3C, такими как: ARIA (от англ. Accessible Rich Internet Applications – доступные многофункциональ-

ные веб-приложения), HTML (от англ. HyperText Markup Language – язык разметки гипертекста), SVG (от англ. Scalable Vector Graphics – масштабируемая векторная графика) и др.

Работа над развитием WCAG продолжается непрерывно. Каждая новая версия иницируется W3C с целью улучшения рекомендаций доступности и построена на принципе обратной совместимости с версией-родителем. Всего WCAG претерпел три итерации, в результате которых были изданы: WCAG 1.0 (дата введения – 5 мая 1999 года); WCAG 2.0 (11 декабря 2008 года); WCAG 2.1 (5 июня 2018 года). В феврале 2020 года представлен к публичному рассмотрению первый рабочий проект WCAG 2.2.

В 2012 году WCAG 2.0 утвержден в качестве международного стандарта ISO: ISO/IEC 40500:2012. Начиная с WCAG 2.0 [26] структура стандарта включает 4 главных принципа (восприимчивость, работоспособность, понятность и надежность), методические указания (руководящие принципы) и критерии успеха, позволяющие обеспечивать веб-доступность на трех уровнях: А – наименее требовательный, но самый приоритетный, AA – промежуточный и AAA – наименее приоритетный, но самый требовательный. Принцип «восприимчивости» означает, что любой пользователь в состоянии воспринимать информацию, используя те органы чувств, которые ему доступны. «Работоспособность» обеспечивает возможность управления веб-интерфейсом вне зависимости от особенностей и ограничений пользователя. «Понятность» гарантирует, что информация и методы работы с интерфейсом будут в пределах понимания пользователя. «Надежность» определяется как совместимость с широким

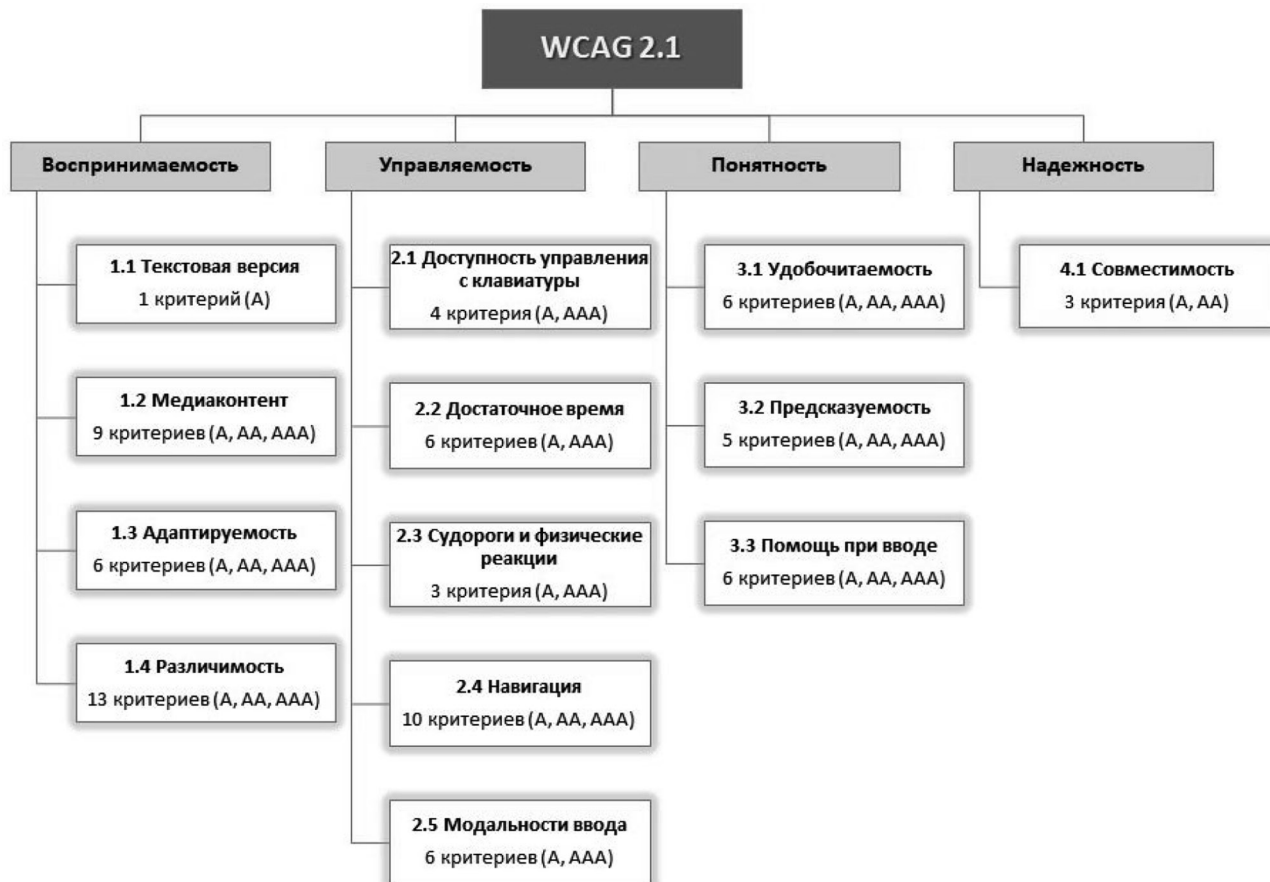


Рис. Структура стандарта WCAG 2.1 (Подробная схема доступна по ссылке <https://mm.tt/1469616025?t=PAGjL9V4YI>)

кругом пользовательских агентов, в том числе ассистивным аппаратным и программным обеспечением. Контент считается надежным, если с появлением новых технологий он не перестает быть доступным.

В текущем релизе WCAG (версия 2.1) [27] предложены 13 руководящих принципов (+1 к WCAG 2.0), 78 критериев успеха (+17 к WCAG 2.0) (см. рисунок). В сравнении с WCAG 2.0 улучшено руководство по доступности для трех основных групп: пользователей с когнитивными нарушениями, пользователей с нарушением зрения и пользователей с ограничениями, которые связаны с использованием мобильных устройств.

На страницах W3C WAI детально рассмотрены алгоритмы разработки организационных политик веб-доступности, основанные на WCAG и пред-

назначенные для нормотворчества на любом уровне.

2. Межгосударственные и национальные стандарты

В настоящем разделе рассмотрены зарубежные стандарты, имеющие отношение к доступности веб-контента. Перечень не претендует на полноту и окончательность, но дает общее представление о ситуации в области стандартизации веб-доступности.

В 2015 году Европейским институтом коммуникационных стандартов (англ. European Telecommunications Standards Institute, ETSI) разработан стандарт EN 301 549 V1.1.2 (2015-04) «Требования доступности для государственных закупок продуктов и услуг ИКТ в Европе» (англ. Accessibility requirements suitable for public procurement of ICT products

and services in Europe), предназначенный для использования в оценке соответствия рекомендациям WCAG 2.0 (уровень AA). Требования применимы ко всем продуктам и услугам информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), включая веб-страницы, программное обеспечение без веб-интерфейса, аппаратное обеспечение, требования к доступному размещению аппаратных ИКТ в пространстве, доступной документации и сервисам поддержки ИКТ. В документе определены краткие и точные методы тестирования продуктов и услуг для получения однозначных и воспроизводимых результатов. Эффективность стандарта подтверждается двумя техническими отчетами [ссылки], в которых изложены руководящие принципы доступности и критерии оценки для закупщи-

ков с четкими показателями успешности (тестами) по каждому из проверяемых свойств ИКТ.

Годом позже Министерством финансов и дерегулирования Австралии принят стандарт AS EN 301 549:2016 «Требования доступности для государственных закупок продуктов и услуг ИКТ» (англ. Accessibility requirements suitable for public procurement of ICT products and services), идентичный EN 301 549 V1.1.2.

На основе EN 301 549 V1.1.2 разработан Гармонизированный стандарт EN 301 549 V2.1.2 (2018-08), имеющий следующие изменения по сравнению с версией-родителем: включены требования доступности для мобильных приложений; добавлены рекомендации для технологий двусторонней голосовой связи; обновлены требования доступности в соответствии с актуальными руководящими принципами WCAG 2.1.

В 1998 году Конгрессом Соединенных Штатов Америки (США) были внесены поправки в Федеральный закон о реабилитации 1973 года (англ. Rehabilitation Act of 1973) с целью устранения барьеров доступности для людей с ОВЗ в области информационных технологий. Поправки были аккумулированы в отдельный Раздел 508, которых получил статус политики доступности закупок и услуг (29 U.S.C. §794 (d)). Раздел 508 требует, чтобы все федеральные агентства обеспечивали доступность своих ИКТ для людей с ОВЗ. Вся информация, предоставляемая федеральными агентствами в электронном формате, должна быть доступна для людей с ОВЗ, причем различными способами, в зависимости от типа инвалидности. В приложениях к документу изложены технические стандарты доступности, в том числе для телекоммуникационных услуг, интернет-данных и приложений

для интранета и Интернета. Основой для стандартов является WCAG (с 5 мая 1999 года – WCAG 1.0, с момента действия Окончательного регламента Совета по доступу США 17 января 2017 года – WCAG 2.0 уровней соответствия А и AA). Окончательный регламент отражает изменения в критериях веб-доступности, изложенных в разделе 508 Закона о реабилитации и статье 255 Закона о телекоммуникациях (англ. Telecommunications Act of 1996), и требует применения требований WCAG 2.0 не только к веб-ресурсам, но и ко всему электронному контенту. В актуальной версии стандарты раздела 508 гармонизированы с Европейским стандартом доступности EN 301 549.

Стандарт BS 8878:2010 «Веб-доступность. Процессуальный кодекс» (англ. Web accessibility. Code of practice), разработанный Британским институтом стандартов (англ. British Standards Institution, BSI) в 2010 году (с поправками 2015 года), распространяет свое действие на все продукты, предоставляемые через веб-браузер, включая веб-сайты, веб-службы и веб-приложения. Согласно [28], BS 8878:2010 признан ключевым инструментом для разработки доступных онлайн-сервисов. Содержание рекомендаций имеет выраженную ориентацию на пользователя – его потребности и особенности, включая инвалидность различных нозологий и пожилой возраст. В технической части стандарта рекомендовано придерживаться WCAG 2.0 при создании веб-сайтов и веб-продуктов.

С 28 мая 2019 года введен в действие стандарт ISO/IEC 30071-1:2019, содержащий свод практических правил по созданию доступных продуктов и услуг ИКТ. Новый стандарт обновляет и расширяет британский BS 8878:2010, имеет международный статус и охва-

тывает все цифровые продукты, включая: информационные системы, интранет-системы, веб-сайты, мобильные приложения, социальные сети, системы Интернета вещей. В документе рассматривается контекст использования этих технологий и руководство по реализации их доступности. ISO/IEC 30071-1:2019, как и BS 8878:2010, не является заменой или альтернативой WCAG, но ссылается на WCAG 2.0.

Канадский «Стандарт веб-доступности» (англ. Standard on Web Accessibility) (введен в действие 01.08.2011 г., обновлен 31.03.2013 г.) требует соответствия правительственных веб-сайтов и веб-приложений рекомендациям WCAG 2.0 уровня AA, за исключением критериев, регламентирующих: нетекстовое содержание для текстовых альтернатив сложных карт; наличие титров в реальном времени; аудиодескрипцию для предварительно записанных видео, кроме случаев когда видео содержит информацию о здоровье и безопасности канадцев.

1 июля 2019 года в Новой Зеландии вступил в силу «Стандарт Веб-доступности 1.1» (англ. Web Accessibility Standard 1.1). Согласно регламенту, все веб-страницы правительственных сайтов, за исключением архивных, должны соответствовать требованиям WCAG 2.1 уровня AA. Некоторые исключения введены для сложных визуальных карт, текстовых стенограмм медианых, живых субтитров и аудиоописаний.

Для обеспечения доступности веб-ресурсов Японии используется стандарт 2016 года JIS X 8341-3:2016 «Руководство для пожилых людей и инвалидов – Информационное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение и услуги – Часть 3. Веб-контент», положения которого полностью соответствуют WCAG 2.0.

Стандарты, производные от WCAG 2.0, действуют в Китае (YD/T1761-2012 «Технические рекомендации по веб-доступности» (2012)), Тайване («Спецификация доступности веб-сайта 2.0» (2017)) и Гонконге («Руководство по подготовке спецификаций закупок для доступных веб-сайтов» (2018)).

На основе WCAG 2.0 приняты «Стандарты доступности веб-контента Республики Корея» 2009 года (версия 2.0) и 2013 года (версия 2.1). Причем, в последнем руководстве помимо требований WCAG 2.0 содержатся дополнительные положения, отражающие национальные технологические условия, например, при формулировке рекомендаций учитывается популярность сенсорных пользовательских интерфейсов.

В январе 2018 года обновлено «Руководство для веб-сайтов правительства Индии» (первая версия издана в 2009 году) в соответствии с директивами WCAG 2.0 уровня AA. В тексте документа выделены обязательные к исполнению руководящие принципы, присутствуют рекомендации по доступности для мобильных устройств, матрицы проверки доступности мобильных приложений и веб-сайтов.

Таким образом, практически все рассмотренные национальные и межгосударственные стандарты веб-доступности ссылаются на WCAG, как минимум, версии 2.0.

3. Стандарты Российской Федерации

К стандартам РФ, в которых явно сформулированы требования веб-доступности, можно отнести серию «Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению» (ГОСТ Р 52872-2007 и ГОСТ Р 52872-2012). В версии 2007 года приведен краткий перечень требований к русско-

язычным электронным ресурсам сети Интернет, где ссылки на международные регламенты доступности отсутствуют. Стандарт 2012 года значительно расширен по сравнению с предыдущей версией и опирается на положения WCAG 2.0 и раздела 508 Федерального закона США о реабилитации в части обеспечения доступности для лиц с нарушением зрения.

С 2015 года действует национальный стандарт, регулирующий проектирование пользовательских веб-интерфейсов (ГОСТ Р ИСО 9241-151-2014), идентичный международному ISO 9241-151:2008 «Ergonomics of human-system interaction – Part 151: Guidance on World Wide Web user interfaces». Регламент распространяет свои требования на архитектуру интерфейсов, средства навигации и поиска, информационное наполнение и методы его разработки. Для обеспечения веб-доступности рекомендует использовать WCAG 2.0.

Алгоритмы обеспечения доступности оборудования (аппаратного и программного обеспечения) и услуг в области ИКТ рассматриваются в ГОСТ Р 56256-2014 (введен в 2016 году). В своем содержании стандарт опирается на группу ISO 9241 «Ergonomics of human-system interaction». Прямые ссылки на регламенты WCAG в документе отсутствуют.

1 апреля 2020 года вступил в действие ГОСТ Р 52872-2019 «Интернет-ресурсы и другая информация, представленная в электронно-цифровой форме. Приложения для стационарных, мобильных устройств, иные пользовательские интерфейсы. Требования доступности для инвалидов по зрению, а также других категорий лиц с особыми потребностями», заменяющий ГОСТ Р 52872-2012. Новый стандарт предназначен для облегчения доступа к информационным ресурсам

пользователям, имеющим нарушения зрения, слуха, опорно-двигательного аппарата, речи, ментальной сферы, неврологические нарушения, трудности в обучении и ограничения, связанные с возрастными изменениями вследствие старения. Согласно преамбуле к документу, рекомендации рассчитаны на доступность как веб-контента, так и «любой информации, представленной в электронно-цифровой форме, для взаимодействия с которой используются те же самые или схожие технологии». В результате сравнительного анализа ГОСТ Р 52872-2019 и WCAG 2.1 обнаружена полная идентичность рекомендаций (принципов, руководящих принципов, критериев успеха и требований соответствия).

Обсуждение

Изученные международные, межгосударственные и национальные стандарты веб-доступности, как правило, имеют формат рекомендаций. В то же время, обеспечение доступности объектов и услуг для лиц с ОВЗ, в том числе в сфере образования, регламентируется международными нормативными актами и национальными политиками доступности императивного характера. Согласно Конвенции о правах инвалидов (2006) [1], образование всех уровней должно стать доступным для лиц с ОВЗ на протяжении всей жизни. Обеспечение доступности услуг, предоставляемых через Интернет, закреплено в законодательстве Австралии [29], Европейского Союза [30], Китая [31], США [32], Японии [33] и других стран. Права граждан РФ с инвалидностью и ОВЗ на доступность информации, связи, образования и соответствующих услуг защищены Конституцией [34] и Федеральными законами [35, 36], поддерживаются национальными программами [37,

38]. Уклонение должностных и юридических лиц от обеспечения условий доступа для людей с инвалидностью и ОВЗ к объектам и услугам предусматривает административную, а в некоторых странах — уголовную ответственность.

Стандарты веб-доступности, не являясь обязательными к исполнению документами, тем не менее вносят ясность в методологию организации доступных услуг, предоставляя исполнителям конкретные регламенты и алгоритмы разработки воспринимаемого, управляемого, понятного и работоспособного веб-контента, что, в конечном итоге, должно способствовать обеспечению прав человека.

Для обеспечения равного доступа к образовательному веб-контенту для всех обучающихся, в том числе в процессе разработки доступных МООК, можно избрать один из двух путей: первый — использовать набор существующих стандартов, охватывающих вопросы организации доступного ЭО с использованием ДОТ и методы разработки доступного веб-контента; второй — разработать и принять новый стандарт ЭО, который, наряду с рекомендациями по организации учебного материала в системах ЭО, будет содержать блоки по обеспечению веб-доступности и универсального дизайна в обучении.

Рассмотрим, какие стандарты по реализации ЭО приняты и действуют в РФ, и как в них освещены вопросы доступности.

Для реализации доступного обучения принята трехчастная серия национальных стандартов «Индивидуализированная адаптируемость и доступность в обучении, образовании и подготовке» (ГОСТ Р 55769-2013; ГОСТ 33248-2015; ГОСТ 33249-2015). Прототипом серии является ISO/IEC 24751, предназначенный для согласования потребностей (пред-

почтений) учащихся с ОВЗ и всех, кто находится в ситуации, затрудняющей обучение, с особенностями электронных образовательных ресурсов. Согласно ISO/IEC 24751 и соответствующим ГОСТам доступность образовательной среды определяется наличием альтернативных способов представления одного и того же контента. Таким образом, каждый обучающийся может выбирать тип контента в зависимости от собственных предпочтений, физических особенностей, технических возможностей и условий окружающей среды. Электронная образовательная среда доступна, если допускает гибкую настройку интерфейса и подбор контента, соответствующего индивидуальным предпочтениям обучающегося. В документе отсутствуют способы разработки доступного веб-контента, что оговорено в его преамбуле.

Стандарт имеет расширяемое содержание, и в случае необходимости может быть дополнен за счет добавления блоков типа «Потребности и предпочтения» и «Описание электронных ресурсов». В первой части (ГОСТ Р 55769-2013) рассматривается общая абстрактная модель составного стандарта. Часть вторая (ГОСТ 33248-2015) содержит регламенты персонификации среды обучения. Предполагается, что электронная образовательная система соответствует стандарту, если в ней предусмотрен сбор данных (как правило, многопольный опрос в интерактивной форме) относительно индивидуальных предпочтений пользователя. В третьей части предложена информационная модель описания метаданных цифровых ресурсов, отражающих характеристики доступности электронной среды обучения.

Национальные стандарты комплекса «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» (всего

21 документ в статусе «принят» или «действует») не содержат требований, регламентирующих доступность образовательных ресурсов для лиц с ОВЗ. Лишь в двух регламентах этой группы (ГОСТ Р 55751-2013 и ГОСТ Р 55749-2013) приведена ссылка на ГОСТ Р 52872-2012 в контексте применения «для инвалидов по зрению». При этом необходимость разработки электронных образовательных ресурсов с учетом равных возможностей для всех категорий обучающихся, а также специализации и адаптации ЭО в соответствии с особенностями лиц с ОВЗ, заявлена в семи стандартах группы. Ссылки на актуальные стандарты веб-доступности WCAG и новый ГОСТ Р 52872-2019 в рассмотренных регламентах отсутствуют.

Группа «Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка» включает 14 действующих стандартов, идентичных международным или содержащим некоторые модификации прототипов. Ни в одном из документов группы не приведены рекомендации и механизмы доступности образовательных ресурсов для лиц с ОВЗ, ссылки на регламенты веб-доступности также отсутствуют. В единственном стандарте (ГОСТ 33247-2015) отмечено, что требования для пользователей определяются государством, в соответствии с потребностями лиц с ОВЗ.

Рассмотренные группы национальных стандартов дают полный комплект алгоритмов по разработке доступных ресурсов ЭО с использованием ДОТ при условии, что в существующие стандарты будет включен блок, содержащий краткие обоснования доступности ЭО для лиц с ОВЗ и ссылки на действующие стандарты веб-доступности. Внесение изменений в существующие национальные стандарты регламентируется Приказом Минпромторга РФ от 6 июля

2017 г. №2170 «Об утверждении порядка разработки основополагающих национальных стандартов Российской Федерации, правил стандартизации и рекомендаций по стандартизации, внесения в них изменений, порядка их редактирования и подготовки к утверждению, порядка их утверждения и отмены».

Заключение

В большинстве политик, затрагивающих проблемы веб-доступа, в качестве эталонных стандартов доступности указываются рекомендации WCAG 2.0 и 2.1, практически все национальные стандарты идентичны одной из последних версий WCAG или представляют собой адаптированную версию WCAG, что подтверждает авто-

ритет и компетентность стандартов доступности веб-контента, разработанных WAI W3C, и обосновывает необходимость следовать руководящим принципам WCAG при разработке новых политик и стандартов доступности.

Национальные стандарты РФ в области ЭО не содержат требований к обеспечению веб-доступности образовательного контента для обучающихся с ОВЗ и инструкций по созданию такого контента. Таким образом, при разработке электронных образовательных ресурсов в соответствии с регламентами существующих стандартов, нельзя ожидать от авторов и разработчиков соблюдения требований веб-доступности, что в конечном итоге затрудняет участие лиц с ОВЗ в образовательному про-

цессе с использованием ДОТ. Такое положение дел противоречит Конституции РФ [3434], Закону об образовании РФ [35] и прочим нормативным документам, где гарантированы права на доступное образование для каждого гражданина. Следовательно, стандарты ЭО должны быть пересмотрены и расширены за счет включения требований веб-доступности или ссылок на соответствующие стандарты.

Положения национального стандарта РФ ГОСТ Р 52872-2019 эквивалентны требованиям актуального международного регламента WCAG 2.1, что дает право рекомендовать ГОСТ Р 52872-2019 к использованию в качестве базиса для модификации отраслевых стандартов, в том числе в сфере ЭО, в части веб-доступности.

Литература

1. Конвенция о правах инвалидов. [Электрон. ресурс]. 2006. Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/disability.shtml (08.05.2020)
2. Status of treaties. Convention on the Rights of Persons with Disabilities. [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=IV-15&chapter=4 (Дата обращения: 08.05.2020)
3. Web Accessibility Laws & Policies [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://www.w3.org/WAI/policies/> (Дата обращения: 08.05.2020)
4. Introduction to Web Accessibility [Электрон. ресурс]. 2019. Режим доступа: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/#what> (Дата обращения: 08.05.2020)
5. Carter J., Markel M. Web Accessibility for People with Disabilities: An Introduction for Web Developers // IEEE Transactions on Professional Communication. 2001. Vol. 44. No 4. P. 225–233.
6. Burgstahler Sh. Real Connections: Making Distance Learning Accessible to Everyone. [Электрон. ресурс]. 2015. Режим доступа: <http://www.washington.edu/doit/Brochures/Technology/distance.learn.html> (Дата обращения 08.05.2020)
7. Luján Mora S. Web Accessibility among the Countries of the European Union: A Comparative Study // Actual Problems of Computer Science. 2013. No 1 (3). P. 18–27.
8. Acosta T., Acosta-Vargas P., Salvador-Ullauri L., Luján-Mora S. Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors // A. Rocha, T. Guarda (eds) Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS 2018). (January 10–12, Libertad City, Ecuador). 2018. P. 538–551.
9. Wentz B., Jaeger P. T., Lazar J. Retrofitting Accessibility: The Legal Inequality of After-the-Fact Online Access for Persons with Disabilities in the United States [Электрон. ресурс] // First Monday. 2011. Vol. 16. No 11. Режим доступа: <https://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/3666/3077> (Дата обращения: 08.05.2020).
10. Приказ Министерства образования и науки РФ от 02.12.2015 г. №1399 «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») Министерства образования и науки Российской Федерации по повышению значений показателей доступности для инвалидов объектов и предоставляемых на них услуг в сфере образования». [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420344463> (Дата обращения: 08.05.2020).
11. Qingdao Declaration. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233352>. 2015. (Дата обращения: 08.05.2020).
12. The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/> (Дата обращения: 08.05.2020).
13. Al-Mouh N., Al-Khalifa A., Al-Khalifa H., Miesenberger K. et al. (eds). A First Look into

- MOOCs Accessibility: The Case of Coursera // Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science. 2014. Vol. 8547. P. 145–152.
14. 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. [Электрон. ресурс]. New York, USA. 2017. Article No. 92. Режим доступа: <http://oro.open.ac.uk/id/eprint/50954> (Дата обращения: 08.05.2020).
15. Шутова А.С. Открытое образование для людей с ограниченными возможностями здоровья: задачи дизайна // Академический вестник УРАЛ-НИИПРОЕКТ РААСН. 2018. № 1. С. 85–91.
16. Косова Е.А., Халилова М.Ю. Анализ веб-доступности массовых открытых онлайн-курсов по математическим дисциплинам // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 10. С. 157–166. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-10-157-166 (Дата обращения: 08.05.2020).
17. 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. (Дата обращения: 08.05.2020).
18. 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. P. 151–160. ISBN: 978-3-030-17584-9.
19. Bohnsack M., Puhl S., Miesenberger K. et al. (eds) Accessibility of MOOCs // Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science. 2014. Vol. 8547. P. 141–144.
20. 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. Vol. 32. No 5–B. P. 2374–2383.
21. 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. P. 169–172.
22. 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. P. 519–528.
23. Akgül Y. Accessibility Evaluation of MOOCs Websites of Turkey // Journal of Life Economics. 2018. No 5. P. 23–36
24. W3C. Liaisons. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.w3.org/2001/11/StdLiaison>. 2020. (Дата обращения: 17.04.2020)
25. Essential Components of Web Accessibility. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/components/>. 2020. (Дата обращения: 08.05.2020)
26. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>. 2008. (Дата обращения: 08.05.2020)
27. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. 2018. (Дата обращения: 08.05.2020)
28. The e-Accessibility Action Plan. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/77984/e-Accessibility-Action-Plan_June2011.pdf. 2011. (Дата обращения: 08.05.2020)
29. Disability Discrimination Act №135. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.legislation.gov.au/Details/C2016C00763>. 1992. (Дата обращения 08.05.2020)
30. Directive (EU) 2016/2102 of the European Parliament and of the Council of 26 October 2016 on the accessibility of the websites and mobile applications of public sector bodies. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/2102/oj>. (Дата обращения 08.05.2020)
31. Law on the Protection of Persons with Disabilities. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.cdpf.org.cn/english/Resources/lawsregulations/201603/t20160303_542879.shtml. 1990. (Дата обращения: 08.05.2020)
32. Rehabilitation Act of 1973. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://legcounsel.house.gov/Comps/Rehabilitation%20Act%20Of%201973.pdf>. (Дата обращения: 08.05.2020)
33. Basic Act on the Formation of an Advanced Information and Telecommunications Network Society. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://japan.kantei.go.jp/it/it_basiclaw/it_basiclaw.html. 2000. (Дата обращения: 08.05.2020)
34. Конституция Российской Федерации. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=2875&fld=134&dst=100017,0&rnd=0.028310873908420575#02738691860245779>. 1993. (Дата обращения: 08.05.2020)
35. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ (последняя редакция на 01.03.2020). [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (Дата обращения: 08.05.2020)
36. Федеральный закон от 24.11.1995 г. №181-ФЗ «О социальной защите инвалидов

в Российской Федерации». [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/ (Дата обращения: 08.05.2020)

37. Постановление Правительства РФ от 29.03.2019 г. № 363 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Доступная среда». [Электрон. ресурс]. Ре-

жим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102383642&backlink=1&&nd=102544638> (Дата обращения: 08.05.2020).

38. Паспорт Национального проекта «Образование». [Электрон. ресурс]. 2018. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/UuG1ErcOWtjOFcsqdLsLxC8oPFDkmBB.pdf>. (Дата обращения: 08.05.2020).

References

1. Konventsiya o pravakh invalidov = Convention on the Rights of Persons with Disabilities. [Internet]. 2006. Available from: https://www.un.org/en/documents/decl_conv/conventions/disability.shtml (cited 05.08.2020). (In Russ.)

2. Status of treaties. Convention on the Rights of Persons with Disabilities. [Internet]. 2020. Available from: https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=IV-15&chapter=4 (cited 08.05.2020)

3. Web Accessibility Laws & Policies [Internet]. 2020. Available from: <https://www.w3.org/WAI/policies/> (cited 08.05.2020)

4. Introduction to Web Accessibility [Internet]. 2019. Available from: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/#what> (cited 08.05.2020)

5. Carter J., Markel M. Web Accessibility for People with Disabilities: An Introduction for Web Developers. IEEE Transactions on Professional Communication. 2001; 44; 4: 225–233.

6. Burgstahler Sh. Real Connections: Making Distance Learning Accessible to Everyone. [Internet]. 2015. Available from: <http://www.washington.edu/doit/Brochures/Technology/distance.learn.html> (cited 08.05.2020)

7. Luján Mora S. Web Accessibility among the Countries of the European Union: A Comparative Study. Actual Problems of Computer Science. 2013; 1(3): 18–27.

8. Acosta T., Acosta-Vargas P., Salvador-Ullauri L., Luján-Mora S. Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors. A. Rocha, T. Guarda (eds) Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS 2018). (January 10–12, Libertad City, Ecuador). 2018: 538–551.

9. Wentz B., Jaeger P.T., Lazar J. Retrofitting Accessibility: The Legal Inequality of After-the-Fact Online Access for Persons with Disabilities in the United States [Internet]. First Monday. 2011; 16(11). Available from: <https://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/3666/3077> (cited 08.05.2020).

10. Prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki RF ot 02.12.2015 g. №1399 «Ob utverzhdenii plana meropriyatiy («dorozhnoy karty») Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii po povysheniyu znacheniy pokazateley dostupnosti dlya

invalidov ob»yektov i predostavlyayemykh na nikh uslug v sfere obrazovaniya» = Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated December 2, 2015 No. 1399 “On approval of the action plan (“ road map ”) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation to increase the values of indicators of accessibility for the disabled facilities and the services provided for them in the field of education” . [Internet]. Available from: <http://docs.cntd.ru/document/420344463> (cited 05.08.2020). (In Russ.)

11. Qingdao Declaration. [Internet]. Available from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233352>. 2015. (cited 08.05.2020).

12. The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how [Internet]. 2020. Available from: <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/> (cited 08.05.2020).

13. Al-Mouh N., Al-Khalifa A., Al-Khalifa H., Miesenberger K. et al. (eds). A First Look into MOOCs Accessibility: The Case of Coursera. Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science. 2014; 8547: 145–152.

14. 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. [Internet]. New York, USA. 2017: 92. Available from: <http://oro.open.ac.uk/id/eprint/50954> (cited 08.05.2020).

15. Shutova A.S. Open education for people with disabilities: design challenges. Akademicheskiy vestnik URALNIIPROYEKT RAASN = Academic Bulletin URALNIIPROYEKT RAASN. 2018; 1: 85–91. (In Russ.)

16. Kosova Ye. A., Khalilova M. YU. Analysis of web accessibility of mass open online courses in mathematical disciplines. Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher Education in Russia. 2019; 28; 10: 157–166. DOI: 10.31992 / 0869-3617-2019-28-10-157-166 (cited 05.08.2020). (In Russ.)

17. Kosova Ye. A., Izetova M. YU. Accessibility of mass open online courses in mathematics for students with disabilities. Voprosy obrazovaniya = Educational issues. 2020; 1: 205–229. DOI: 10.17323 / 1814-9545-2020-1-205-229. (cited 05.08.2020). (In Russ.)

18. 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. ISBN: 978-3-030-17584-9.
19. Bohnsack M., Puhl S., Miesenberger K. et al. (eds) *Accessibility of MOOCs. Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science*. 2014; 8547: 141–144.
20. 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.
21. 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.
22. 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: 519–528.
23. Akgül Y. Accessibility Evaluation of MOOCs Websites of Turkey. *Journal of Life Economics*. 2018; 5: 23–36
24. W3C. Liaisons. [Internet]. Available from: <https://www.w3.org/2001/11/StdLiaison>. 2020. (cited 17.04.2020)
25. Essential Components of Web Accessibility. [Internet]. Available from: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/components/>. 2020. (cited 08.05.2020)
26. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. [Internet]. Available from: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>. 2008. (cited 08.05.2020)
27. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. [Internet]. Available from: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. 2018. (cited 08.05.2020)
28. The e-Accessibility Action Plan. [Internet]. Available from: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/77984/e-Accessibility-Action-Plan_June2011.pdf. 2011. (cited 08.05.2020)
29. Disability Discrimination Act № 135. [Internet]. Available from: <https://www.legislation.gov.au/Details/C2016C00763>. 1992. (cited 08.05.2020)
30. Directive (EU) 2016/2102 of the European Parliament and of the Council of 26 October 2016 on the accessibility of the websites and mobile applications of public sector bodies. [Internet]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/2102/oj>. (cited 08.05.2020)
31. Law on the Protection of Persons with Disabilities. [Internet]. Available from: http://www.cdprf.org.cn/english/Resources/lawsregulations/201603/t20160303_542879.shtml. 1990. (cited 08.05.2020)
32. Rehabilitation Act of 1973. [Internet]. Available from: <https://legcounsel.house.gov/Comps/Rehabilitation%20Act%20Of%201973.pdf>. (cited 08.05.2020)
33. Basic Act on the Formation of an Advanced Information and Telecommunications Network Society. [Internet]. Available from: http://japan.kantei.go.jp/it/it_basiclaw/it_basiclaw.html. 2000. (cited 08.05.2020)
34. Konstitutsiya Rossiyskoy Federatsii = The Constitution of the Russian Federation. [Internet]. Available from: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=2875&fld=134&dst=100017,0&rnd=0.028310873908420575#02738691860245779>. 1993. (cited 05.08.2020). (In Russ.)
35. Federal'nyy zakon «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii» ot 29.12.2012 №273-FZ (poslednyaya redaktsiya na 01.03.2020) = The Federal Law «On Education in the Russian Federation» dated December 29, 2012 No. 273-FZ (last revised on March 1, 2020). [Internet]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (cited 05.08.2020). (In Russ.)
36. Federal'nyy zakon ot 24.11.1995 g. №181-FZ «O sotsial'noy zashchite invalidov v Rossiyskoy Federatsii» = Federal Law of November 24, 1995 No. 181-ФЗ On Social Protection of Persons with Disabilities in the Russian Federation. [Internet]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/ (Date of access: 05/08/2020)
37. Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 29.03.2019 g. № 363 «Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii «Dostupnaya sreda» = Decree of the Government of the Russian Federation of March 29, 2019 No. 363 “On approval of the state program of the Russian Federation “Accessible environment”. [Internet]. Available from: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102383642&backlink=1&&nd=102544638> (cited 05.08.2020). (In Russ.)
38. Pasport Natsional'nogo proyekta «Obrazovaniye» = Passport of the National project «Education». [Internet]. 2018. Available from: <http://static.government.ru/media/files/UuG1ErcOWtjfoFCsqdLsLxC8oPFDkmBB.pdf>. (cited 05.08.2020). (In Russ.)

Сведения об авторе

Екатерина Алексеевна Косова

К.п.н., доцент, доцент кафедры прикладной математики,

Таврическая академия ФГАОУ ВО

«Крымский федеральный университет имени 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

Цифровое поколение в российском образовании: от актуальности проблемы к оценке воздействия цифровизации на обучающихся

Целями настоящего исследования являются: 1) анализ возможных педагогических стратегий в отношении двух возрастных категорий российских обучающихся (младших школьников; старших подростков и молодежи), относящихся к новому цифровому поколению; 2) апробация экспериментальной методики оценки степени влияния цифровизации на деятельность старших подростков и молодежи на относительно широком спектре образовательных учреждений (обычная школа, два различных лицея, институт) и за относительно длительный период (два учебных года).

Материалы и методы исследования основаны на ряде зарубежных работ в области педагогики, психологии, нейрофизиологии, проведенных в США, Великобритании, Сингапуре и ряде других стран, начиная с 2000-х годов, а также исследованием середины 2010-х годов, посвященных цифровому поколению России. В работе использована авторская методика оценки степени влияния цифровизации на деятельность обучающихся, ранее опубликованная в журнале «Открытое образование» (№1/2019).

Результаты исследования, проведенного на протяжении 2018 и 2019 гг. в нескольких школах различных типов и высшем учебном заведении одного из крупных российских регионов позволили сделать предположение о заметной значимости одного из двух ключевых показателей авторской методики — «Значительное влияние цифровизации в деятельности обучающихся». По мнению автора, он может указывать на более низкую или более высокую мотивацию обучающихся по отношению к

учебно-познавательной деятельности, в том числе являющуюся и следствием положительного или отрицательного влияния цифровизации.

Заключение. В статье описываются две педагогические стратегии в отношении различных возрастных категорий обучающихся, направленные на повышение мотивации использования ими цифровых устройств в учебно-познавательных целях. Первая стратегия ориентирована на младших школьников и наглядно демонстрировалась в начале 2000-х гг. в Сингапурском институте образования. Вторая стратегия, направленная на старших подростков и молодежь, требует наличия определенных общественно-социальных условий и учета ряда индивидуальных факторов (среднесуточное время использования цифровых устройств; доля времени использования цифровых устройств на учебно-познавательные цели; качественный контроль родителей учащихся или высокий самоконтроль студентов). Апробация указанной экспериментальной методики позволила автору выявить граничные числовые значения данных факторов. При этом, отмечается, что достижение незначительного негативного влияния цифровых устройств на учебно-познавательную деятельность обучающихся не требует полного выполнения абсолютно всех трех перечисленных факторов.

Ключевые слова: цифровое поколение, образование, школа, лицей, университет, возрастные особенности, воздействие цифровизации, методика оценки.

Sergey V. Butsyk

Chelyabinsk State Institute of Culture and Arts, Chelyabinsk, Russia

The Digital Generation in Russian Education: from the Urgency of the Problem to Assessing the Impact of Digitalization on Students

The objectives of this research are: 1) an analysis of possible pedagogical strategies in relation to two age categories of Russian students (primary schoolchildren; older teenagers and youth) related to the new digital generation; 2) testing an experimental methodology for assessing the degree of influence of digitalization on the activities of older adolescents and youth on a relatively wide range of educational institutions (regular school, two different lyceums, institute) and for a relatively long period (two academic years).

Materials and research methods are based on a number of foreign works in the field of pedagogy, psychology, neurophysiology, conducted in the USA, Great Britain, Singapore and a number of other countries, starting from the 2000s, as well as studies from the mid-2010s on the digital generation of Russia. The authors used the methodology for assessing the degree of influence of digitalization on students' activities, previously published in the journal "Open Education" (No. 1/2019).

Results of a study conducted during 2018 and 2019 in several schools of various types and a higher educational institution of one of the largest Russian regions allowed us to make an assumption about the noticeable significance of one of the two key indicators of the author's methodology — "Significant Impact of Digitalization in the Activities of Students". According to the author, it may indicate a lower or higher motivation of students in relation to educational

and cognitive activities, including those resulting from the positive or negative impact of digitalization.

Conclusion. The article describes two pedagogical strategies in relation to different age categories of students, aimed at increasing the motivation for using digital devices for educational and cognitive purposes. The first strategy is aimed at primary schoolchildren and was clearly demonstrated in the early 2000s at the Singapore Institute of Education. The second strategy, aimed at older adolescents and young people, requires the presence of certain social conditions and the consideration of a number of individual factors (average daily time of using digital devices; share of time using digital devices for educational and cognitive purposes; high-quality control of students' parents or high self-control of students). Testing of the indicated experimental technique allowed the author to identify the boundary numerical values of these factors. At the same time, it is noted that the achievement of a slight negative impact of digital devices on the educational and cognitive activities of students does not require the complete fulfillment of absolutely all three of these factors.

Keywords: digital generation, education, school, lyceum, university, age-related characteristics, the impact of digitalization, assessment methodology.

Введение

Цифровым поколением (сетевым поколением, поколением Z и т.п.) исследователи, как правило, называют поколение детей и молодежи, которые не просто выросли в окружении разнообразных цифровых устройств (компьютеров, смартфонов, приставок и т.п.), а, фактически, прошли социализацию в условиях широкого внедрения цифровых технологий [1] во все сферы деятельности. К основным, наиболее ярко проявляющимся, чертам и потенциальным психолого-педагогическим проблемам цифрового поколения, как правило, относят следующие [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11]:

- нарастающее ощущение наличия в окружении подростка его собственного киберпространства, становящегося со временем как все более компактным, так и одновременно все более мощным, что, в том числе, может приводить к Интернет-зависимости, уменьшению времени на занятия физическими упражнениями, появлению избыточного веса;

- спокойное отношение к возможности решения нескольких задач одновременно (например, делать домашнее задание, прослушивать музыку из смартфона и переписываться с друзьями в чате или социальной сети), нередко приводящее у молодежи к снижению концентрации внимания;

- четкое понимание доступности значительного числа цифровых ресурсов, часто мотивирующих представителей поколения к поиску удовольствий, причем по возможности в максимально короткие сроки, что, как следствие, может снижать осознание необходимости решения проблем, связанных с получением результатов в более отдаленной перспективе;

- создание ежедневных заметок, осмысление и обсуждение собственных переживаний

с помощью блогов и социальных сетей, что очевидно не способствует развитию у детей и подростков традиционных языковых навыков.

Педагогами и учеными и выделяются и другие черты/проблемы, которые с различной степенью могут быть присущи молодым людям, родившимся приблизительно с 2000-х гг., что по известной американской теории поколений Хоува и Штрауса [12] соответствует началу появления данного поколения, общественные (культурные, ценностные и т.п.) ориентиры которого могут заметно отличаться от принятых в сегодняшнем сообществе.

Переходя к России, можно отметить, что даже немногочисленные (и, в основном, только зарубежные) исследования, посвященные цифровизации нашей страны или российскому цифровому населению, позволяют сделать вывод о формировании к настоящему моменту соответствующего поколения и у нас. Так, согласно Networked Readiness Index [13], Россия за период 2012–2015 гг. совершила весьма резкий скачок (около 40 позиций вверх), выйдя на уровень целого ряда европейских стран по степени готовности к сетевому миру. При этом, согласно исследованию comScore [14], уже в 2015-м году, число всех онлайн-пользователей и пользователей мобильных устройств превысило 80 миллионов, а средний российский пользователь проводил за компьютером более 28 час/мес. А выявленный той же группой экспертов достаточно высокий цифровой разрыв между пользователями современных цифровых устройств и населением страны в целом (21 процентный пункт, в большинстве стран Европы – 12 п.п.) подчеркивает значительную долю в цифровом населении России людей именно молодого возраста.

Перечисленные выше особенности нового поколения,

выявленные педагогами и учеными проблемы, а также очевидный рост числа цифрового населения страны в значительной степени за счет детей и молодежи, на наш взгляд, требует от российского педагогического сообщества уже не просто отдельных и разрозненных исследований, нередко имеющих значительный теоретический уклон [1; 15; 16], а определения четкой практико-ориентированной стратегии, направленной на изменение подходов к современному обучению цифрового поколения, старшие из которых уже находятся на стадии завершения школьного обучения и поступления в вуз, причем независимо от региональной специфики.

Важно отметить, что проблема недостаточной готовности российской системы образования к новым условиям весьма ярко проявилась весной 2020 г. в период тотального перевода школ и вузов на дистанционное обучение в связи угрозой распространения коронавирусной инфекции, причем независимо от региональной специфики и уровня образования. Это только подчеркивает высокую степень актуальности проблемы и необходимость ее системного решения с учетом накопившегося мирового опыта. Данная работа является попыткой осмысления автором ряда направлений, которые могли бы иметь важное значение при формировании стратегии обучения цифрового поколения. К числу таких направлений мы отнесли следующие:

- 1) выявление объективных причин, связанных с необходимостью разделения обучающихся на различные возрастные категории;

- 2) нахождение возможных решений и определение педагогических моделей в отношении каждой из возрастных категорий;

- 3) разработка и апробация различных методик оценки

степени влияния цифровизации на деятельность обучающихся, в том числе для выявления групп, подверженных влиянию ее негативных факторов.

Рассмотрим данные направления более подробно.

Необходимость выделения возрастных категорий обучающихся

Проблема разработки современных педагогических методик для цифрового поколения в целом, на наш взгляд, имеет под собой, как минимум, два различных подхода, связанных с разными возрастными группами подростков: до и после 12–14 лет. Почему именно данный (фактически, переходный) возраст является, по нашему мнению, в контексте рассматриваемой проблемы достаточно значимым?

Во-первых, в соответствии с теорией поколений Хоува и Штрауса, поведение человека в значительной степени зависит от того, в каких условиях он жил и воспитывался в период до 12–14 лет. Авторы считают, что такие ценности (можно назвать их поколенческими) являются глубинными и, во-многом, подсознательными. Они, с одной стороны, не носят явно выраженную форму, однако при этом определяют формирование личности, оказывают существенное влияние на жизнедеятельность и поведение людей. По мнению принимающих данную теорию, поколенческие ценности занимают важное место в системе ценностей индивида — это некий промежуточный ценностный «пласт» между общечеловеческими ценностями и индивидуальными.

Во-вторых, даже если считать американскую теорию поколений далеко небесспорной, то особенности указанного возраста подчеркиваются и в традиционной психолого-педагогической науке. Так,

например, согласно теории интеллектуального развития Ж. Пиаже [17] до 12 лет у ребенка, как правило, завершается стадия конкретных операций, а возраст 12–14 лет соответствует стадии становления формальных операций (развитие которых может протекать до 19 лет). Кроме того, согласно классической для отечественной психологии и педагогики модели ведущих видов деятельности (Д.Б. Эльконина) [18] в младшем школьном возрасте (7–11 лет) ведущей деятельностью ребенка является учебная деятельность, а в младшем подростковом (12–15 лет) — интимно-личностное общение со сверстниками, уступая учебно-профессиональной деятельности лишь в старшем подростковом возрасте (15–17 лет).

Возможные решения в отношении младших школьников

Возможное решение для младших школьников (т.е. в период, когда учебная деятельность является их ведущей деятельностью) видится в широком внедрении в учебный процесс цифровых средств с целью привить у детей отношение к ним как к ценностям, в первую очередь, познавательного, а не развлекательного характера. Причем, это могут быть не только общеобразовательные школы, но и учреждения дополнительного образования детей. Для этого необходима стратегия, направленная на разработку и внедрение в образовательный процесс комплекса взаимосвязанных средств, включающего как технико-технологические, так и научно-методические составляющие.

Одним из наиболее ярких примеров широкого применения ИТ в младшей школе западного типа может служить специально организованное исследование, проводившееся

еще в конце 2000-х — начале 2010-х годов в Сингапурском институте образования (National Institute of Education, Singapore) [19] среди учащихся 4-х классов школ этого города-государства. Основной целью эксперимента, фактически, являлась организация управляемой направленности «цифровых интересов» учеников в сторону большей познавательной направленности в противовес развлекательной. Модель кратко можно описать в виде совокупности следующих условий:

— учащимся были розданы одинаковые цифровые устройства (смартфоны), которые имели доступ только к спектру необходимых учебных ресурсов;

— для коллективной работы детей и педагогов организаторами была разработана и внедрена специальная платформа «GroupScribbles» (в свободном переводе трактуется как «коллективная писанина/мазня»);

— большая группа научных сотрудников педагогического института оказывали всестороннюю методическую поддержку педагогам, проводили мониторинг эксперимента в течение всего периода, оформляли результаты на каждом этапе;

Возможно, важным фактором является и то, что Сингапурский педагогический институт (считающийся рядом экспертов одним из лидеров ИТ-образования), хотя и являлся значительно автономным в указанный период, структурно входил в состав более крупного Технологического университета (а не крупнейшего в стране и входящего в мировые рейтинги Национального университета Сингапура). Это, на наш взгляд, позволило соблюсти оптимальный баланс: с одной стороны, обеспечить педагогическим задачам основную роль, а с другой — подключить необходимые ресурсы вузовских специалистов, имеющих

более высокую технико-технологическую компетенцию.

Сингапурские исследователи, подводя промежуточные итоги, пришли к выводу, что разработанная ими модель смогла существенно повысить познавательные интересы учащихся. При этом, сами ученики (по их собственному мнению, мнению подавляющего большинства родителей и педагогов) стали получать от учебного процесса значительно большее удовольствие.

Возможные решения в отношении старших подростков и молодежи

Проводившиеся в западных странах запада примерно начиная с середины 2000-х гг. исследования, позволяют сделать предположение, о более широкой природе проблем нового цифрового поколения, которая несколько отличается от предыдущих. Так, английские и американские нейрофизиологи в своих работах [20; 21] экспериментально показали, что при обдумывании одних и тех же (весьма обыденных) проблем группой подростков (от 11 до 17 лет) и группой молодых взрослых (от 21 года до 27 лет) эти группы задействовали различные участки головного мозга: взрослые — лобные доли (которые, в том числе, отвечают и за логический аппарат), подростки же использовали височные доли (где, в том числе, у людей расположены центры эмоций).

Это позволяет, на наш взгляд, говорить о том, что проблемы подрастающего цифрового поколения в целом могут лежать еще и в причинах психофизиологического характера, поскольку при существенном влиянии цифровых устройств на подростка в период развития его репрезентативного интеллекта и формальных операций (согласно теории Ж. Пиаже этот период находится в приблизительных

рамках 12–19 лет) формирование логического аппарата человека может проходить более медленно. Это, в том числе, может затормозить развитие стремления подростков к отложенным на среднесрочную или долгосрочную перспективу результатам. Если рассмотреть данную проблему с точки зрения другой психолого-педагогической теории (модели ведущих видов деятельности Д. Б. Эльконина), то можно сказать, что начало периода, когда учебно-профессиональная деятельность (а не общение) станет основным видом деятельности подростка, может затянуться.

В таком контексте, старшему звену общеобразовательных организаций (особенно в период отсутствия массовой реализации соответствующих стратегий для младших школьников) необходимо создание такой организационно-педагогической модели, которая могла бы (по крайней мере, в учебные периоды) эффективно стимулировать обучающихся к учебно-познавательной деятельности. Данные целевые ориентиры, как следствие, существенно актуализируют проблему разработки методики оценки степени влияния цифровизации на деятельность обучающихся в период смены ее основного вида, которая могла бы быть выражена в числовой форме и наглядно предоставлять индикаторы для принятия решений. Одна из таких возможных методик описана ниже.

Методика оценки степени влияния цифровизации на деятельность обучающихся и ее экспериментальная апробация

Предложенная нами авторская методика [22], фиксирует 5 связанных друг с другом показателей, в каждом из которых обучающемуся может присва-

иваться значение в диапазоне от 0 до 1 балла, при этом при проведении описанной ниже апробации присваивались значения с шагом в 0,25: 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1. С учетом выбранных параметров оценочная система в целом осуществлялась следующим образом:

1. отнесение обучающимся самого себя к цифровому поколению: 1 балл — относит; 0,5 балла не может сказать определенно (не исключает этого);

2. соответствие/несоответствие (по мнению обучающегося) большинству черт подростков, относящихся учеными к цифровому поколению: 1 балл — соответствие не менее 5-ти и несоответствие не более 2-м (из 8-ми предложенных нами черт); 0,5 балла — соответствие только первому или только второму условию;

3. время использования гаджетов в среднем в течение дня: 1 балл — не менее 12 часов и в учебный, и в выходной в день; 0,5 балла — не менее 8 часов и в учебный, и в выходной в день; в случае соответствия тому или иному условию только в рабочий или только выходной день могли присваиваться значения 0,75 или 0,25 балла;

4. цели использования гаджетов: 1 балл — не менее 60% времени с целью развлечения или общения в среднем и в учебный, и в выходной в день; 0,5 балла — не менее 50% времени на эти цели и в учебный, и в выходной в день; в случае соответствия тому или иному условию только в рабочий или только выходной день могли присваиваться значения 0,75 или 0,25 балла;

5. обучающемуся предлагалось несколько различных вариантов (на выбор) своих действий с целью получения ответов, задумывается ли он о последствиях своих действий вообще, и в частности (задумывается ли о последствиях, которые могут произойти в самое ближайшее время, в среднесрочной или долгосроч-

ной перспективе); 1 балл присваивался, если обучающийся ответил, что не задумывается о последствиях своих действий вообще или задумывается только о самых ближайших последствиях, в остальных случаях — присваивалось меньшее количество.

По окончании оценки по отдельным параметрам нами подсчитывалась итоговая сумма баллов для каждого обучающегося. Обучающиеся, сумма которых составила не менее трех баллов (из 5-ти максимально возможных), относились нами к категории «Выявлено относительное влияние цифровизации в деятельности», а если сумма составила не менее четырех баллов из 5-ти, то еще и к категории «Выявлено значительное влияние цифровизации в деятельности». Для каждой группы подсчитывалась относительная доля обучающихся, входящих в каждую из представленных категорий.

Апробация данной экспериментальной методики проводилась нами в течение двух лет (осенью 2018 г. и осенью 2019 г.) на различных группах обучающихся, среди которых были следующие:

- «Школа»: учащиеся 9-х классов обычной общеобразовательной школы;
- «Лицей 1»: учащиеся 9-х классов школы-лицея с набором по месту жительства;
- «Лицей 2»: учащиеся 9-х классов школы-лицея с правом конкурсного общегородского набора;
- «Институт»: студенты 1 курса гуманитарных направлений вуза, имеющего в регионе один из наиболее высоких средних баллов ЕГЭ среди поступивших.

Выборка составила около трети обучающихся 9-классников и первокурсников для каждого из двух исследованных годов обучения. Сводные данные показателя влияния цифровизации на деятельность

Таблица 1
Влияние цифровизации на деятельность различных групп обучающихся

Показатель	Школа 9 класс	Лицей 1 9 класс	Лицей 2 9 класс	Институт 1 курс
Выявлено относительное влияние цифровизации в деятельности обучающихся (не менее 3 из 5 б.)	51%	54%	32%*	45,5%
Выявлено значительное влияние цифровизации в деятельности обучающихся (не менее 4 из 5 б.)	34%	9%	4%	8,5%

* Отмечена существенная разница в значениях между классом, имевшим наиболее высокую конкурсную ситуацию при отборе (21%), и другими классами Лицея 2 (48%).

различных групп обучающихся представлены в таблице 1.

Обратим внимание на выделенные нами значения в каждой из двух строк в таблицы. О чем они могут говорить? Во-первых, доля обучающихся с относительным влиянием цифровизации на деятельность обучающихся (не менее 3х баллов из пяти) является близкой, фактически, для всех категорий участников исследования. Так, около 50% (+4%) таких школьников зафиксировано как в обычной школе, школе-лицее без права отбора, так и в некоторых классах лицея с правом городского отбора. Также аналогичная доля отмечена среди студентов 1 курса вуза, поступивших с высокими баллами ЕГЭ.

На общее значение в Лице 2 (с правом городского отбора) повлиял показатель одного из девятых классов, где на стадии отбора в восьмой (предпрофильный) класс была зафиксирована наиболее высокая (среди всех классов параллели) конкурсная ситуация с явным потенциалом ее сохранения и при будущем отборе в 10-й (профильный) класс. Таким образом, можно предположить, что на протяжении определенного периода (охватывающего приблизительно 13–15-летний возраст) учащиеся данного класса были не просто мотивированы на учебно-познавательную деятельность, а сверхмотивированы, что заставляло их самым активным образом участвовать в формировании

своего индивидуального портфолио на различных этапах обучения.

Еще одной важной причиной полученных результатов может, на наш взгляд, являться более качественный контроль со стороны родителей учащихся Лицея 2. Так, несмотря на практически одинаковый средний возраст родителей школьников всех групп (около 42–43 лет), доля учащихся Лицея 2 (с отбором), считающих своих пап и мам достаточно уверенными пользователями домашних гаджетов, оказалась заметно выше (75%), нежели доля учащихся обычной Школы и Лицея 1 без права общегородского отбора (до 40–50%). При этом, у класса Лицея 2, имевшего наиболее высокий конкурсный отбор, данное значение также оказалось выше, чем у остальных классов данного учреждения (80% против 70%).

Второе значение в таблице 1, на которое можно обратить внимание — доля обучающихся в обычной школе со значительным влиянием цифровизации на деятельность (не менее 4х баллов из пяти). Она составила 34% у учащихся обычной школы, при этом данный показатель существенно отличается от показателей в других группах нашего исследования: у 9-классников лицея без права отбора (9%), у студентов 1 курса поступивших с высокими баллами ЕГЭ (8,5%) и особенно у 9-классников лицея с правом общегородского отбора (4%).

Таблица 2

Среднее время использования цифровых устройств обучающимися (в день)

Показатель	Школа 9 класс	Лицей 1 9 класс	Лицей 2 9 класс	Институт 1 курс
Время использования смартфонов	7,7 ч.	3,2 ч.	4,2 ч.	6,4 ч.
Время использования ноутбуков/ планшетов	4,4 ч.	2,4 ч.	2,3 ч.	3,1 ч.
Время использования настольными ПК	4,9 ч.	2,7 ч.	2,8 ч.	3,5 ч.
Суммарное* время использования гаджетов	17,0 ч.	8,3 ч.	9,3 ч.	13,0 ч.

* Суммирование осуществлялось без учета того, что несколько устройств могли использоваться обучающимся параллельно в одно и то же время.

Столь заметная разница (более, чем в 3 раза) значительного влияния цифровизации на деятельность, выявленная у учащихся обычной школы, позволяет, на наш взгляд, предполагать о возможной значимости данного показателя, указывающего на связь с мотивацией обучающихся к учебно-познавательной деятельности.

Результаты исследований, проведенных нами в течение указанных двух лет, показали, что основной «вклад» в данный показатель у учащихся Школы внесло значительное большее время, используемое на «цифровое» общение или развлечение (таблица 2). У обучающихся обычной школы оно оказалось, фактически, в два раза выше, чем у обучающихся обоих лицеев, которые, находясь в преддверии отбора в 10-е классы, в том числе с учетом результатов обязательных государственных экзаменов (ОГЭ), значительно более мотивированы на дальнейшее продолжение обучения в данной общеобразовательной организации.

Именно время, используемое на гаджеты в среднем в течение дня, у лицеистов оказалось заметно меньшим по сравнению не только с обычными школьниками, но и с первокурсниками Института (табл. 2), что и внесло наименьший вклад в показатель влияния цифровизации.

При этом, если готовить о целях использования гаджетов различными экспериментальными группами, то они оказались, на наш взгляд, значительно более сопоставимыми, показав, например, разницу в рабочий (учебный) день, всего в пределах 4–8% (табл. 3) и 4–12% – в выходной. Этот факт может говорить о том, что при появлении свободного времени у обучающихся любой группы оно, с большей вероятностью, будет занято использованием «цифры» в развлекательных целях или в целях общения, нежели в учебно-познавательных.

Отметим, что наиболее высокие показатели учебно-познавательного назначения цифровых устройств в учебный и выходной день выявлены у

учащихся Лицея 2 (54% и 45% соответственно) и у студентов 1 курса Института (50% и 41% соответственно). В первом случае, этот результат может говорить о более оптимальной загруженности и более высокой мотивации учащихся Лицея 2 (с правом общегородского отбора) по сравнению с 9-классниками других общеобразовательных учреждений, а также более эффективному контролю со стороны их родителей.

Более половины первокурсников Института проживают в общежитии, что в принципе исключает наличие родительского контроля их непосредственной учебной деятельности и в некоторой степени отражается на времени использования гаджетов по сравнению с учащимися обоих лицеев (таблица 2). В то же время, возраст первокурсников в комплексе с их заметной ориентированностью на учебу (студенты вуза имеют один из наиболее высоких средних баллов ЕГЭ среди поступивших в регионе) могут говорить о достижении молодыми людьми определенного уровня самоконтроля, не позволяющего существенно расширять цели общения или развлечения.

Заключение

Подведем некоторые итоги нашего исследования по апробации экспериментальной методики оценки степени влияния цифровизации на деятельность старших подростков и молодежи, главным из которых является показатель «Выявлено значительное влияние цифровизации в деятельности обучающихся», требующий получения не менее четырех баллов из пяти. Результаты проведенного анализа позволили сделать предположение о значимости данного показателя, который может, на наш взгляд, (в том числе и как следствие влияния цифровизации) указывать на более низкую или

Таблица 3

Основные цели использования цифровых устройств обучающимися

Цели использования	Школа 9 класс	Лицей 1 9 класс	Лицей 2 9 класс	Институт 1 курс
Рабочий (учебный) день				
Общение или развлечение	54%	52%	46%	50%
Учебные или познавательные	46%	48%	54%	50%
Выходной день				
Общение или развлечение	65%	67%	55%	59%
Учебные или познавательные	35%	33%	45%	41%

более высокую мотивацию обучающихся по отношению к учебно-познавательной деятельности.

При этом, незначительное влияние цифровизации на деятельность обучающихся, по нашему мнению, не столько является результатом организации какой-либо специальной системы в том или ином учреждении образования (школе или вузе) — скорее это результат индивидуального выбора самого обучающегося, правда, находящегося при этом в определенных общественно-социальных условиях и сформированный с учетом ряда индивидуальных факторов, таких как:

1) среднесуточное время использования цифровых устройств обучающегося в совокупности не превышает 10–12 часов;

2) общее время использования цифровых устройств обучающимся связано с учебными или познавательными целями не менее, чем на 50% в рабочий день и не менее, чем на 40% в выходной;

3) не менее 60% родителей школьной группы обучаю-

щегося являются уверенными пользователями домашних гаджетов и осуществляют соответствующий качественный контроль учащихся; для группы студентов (особенно обучающихся не по месту постоянного проживания) следует говорить о достижении определенного уровня самоконтроля, не позволяющего существенно расширять цели общения или развлечения.

Важно отметить, что незначительное влияние цифровизации (до 10%) на деятельность обучающихся не требует полного выполнения всех перечисленных факторов. Так, например, у первокурсников Института (значительное влияние у 8,5% обучающихся) немало не выполнен показатель времени использования цифровых устройств (13 часов), а у 9-классников Лицея 1 с набором по месту жительства (значительное влияние у 9% обучающихся) — показатель, связанный с учебными или познавательными целями использования гаджетов (48% и 33%).

При этом, показатель значительного влияния цифрови-

зации у 9-классников Школы, не соответствующих ни одному из трех отмеченных нами факторов (время, цели, контроль родителей), заметно хуже (34%). А показатель значительного влияния цифровизации у учащихся 9-х классов Лицея 2 (с правом конкурсного общегородского набора), соответствующих всем трем перечисленным факторам, оказался не просто несколько лучше обучающихся Лицея 1 и Института (4% против 8,5–9%). Учащиеся Лицея 2 оказались единственной экспериментальной группой, где и относительное влияние цифровизации на деятельность обучающихся (не менее 3 из 5 б.) в одном (наиболее рейтинговом) из классов оказалось заметно ниже остальных (21% против 45–54%), что может говорить о сверхмотивации к учебно-познавательной деятельности, в определенной степени специально организованной в школе посредством учета индивидуального портфолио школьников на различных этапах их обучения и отбора (5–7 классы при отборе в 8-й; 8–9 классы при отборе в 10-й).

Литература

1. Нечаев В. Д., Дурнева Е. Е. «Цифровое поколение»: психолого-педагогическое исследование проблемы // Педагогика. 2016. № 1. С. 36–45.
2. Смолл Г., Ворган Г. Мозг онлайн. Человек в эпоху Интернета. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2011. 352 с.
3. Abcarian R., Horn J. Underwhelmed by it all. Los Angeles Times. August 07, 2006.
4. Piccalo G. Girls just want to be plugged into everything. Los Angeles Times. August 11, 2006.
5. National Endowment for the Arts. Reading at risk: A survey of literary reading in America. Research Division Report #46. National Endowment for the Arts. Washington, DC, June, 2004. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.arts.gov/sites/default/files/ReadingAtRisk.pdf> (Дата обращения: 08.02.2019).
6. Roberts D.F., Foehr U.G., Rideout V. Generation M: Media in the lives of 8-18 year-olds. A Kaiser Family Foundation Study. 2005. [Электрон. ресурс]. Режим доступа:

<https://kaiserfamilyfoundation.files.wordpress.com/2013/01/generation-m-media-in-the-lives-of-8-18-year-olds-report.pdf> (Дата обращения: 08.02.2019).

7. Green C.S., Bavelier D. Action video game modifies visual selective attention // Nature. 2003. Vol. 423. P. 534–537. DOI: 10.1038/nature01647.

8. Dance A. Videos as a baby brain drain. Los Angeles Times. August 07, 2007.

9. Niemz K., Griffiths M., Banyard P. Prevalence of pathological Internet use among university students and correlations with self-esteem, the general health questionnaire (GHQ), and disinhibition // Cyberpsychology & Behavior. 2005. Vol. 8. P. 562–570. DOI: 10.1089/cpb.2005.8.562.

10. Koezuka N., Koo M., Allison K.R., et al. The relationship between sedentary activities and physical inactivity among adolescents: Results from the Canadian community health survey // Journal of Adolescent Health. 2006. Vol. 39. P. 515–522. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2006.02.005.

11. Grund A., Krause H., Siewers M., Rieckert H., Muller M.J. Is TV viewing an index

of physical activity and fitness in overweight and normal weight children? // *Public Health and Nutrition*. 2001. Vol. 4. P. 1245–1251. DOI: 10.1079/PHN2001178.

12. Howe Neil, Strauss William. *Generations: The History of America's Future, 1584 to 2069*. New York: William Morrow & Company. 1991.

13. Индекс сетевой готовности // Гуманитарные технологии. Аналитический портал. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://gtmarket.ru/ratings/networked-readiness-index/networked-readiness-index-info> (Дата обращения: 15.11.2018).

14. Амзин А. и др. Как новые медиа изменили журналистику 2012–2016. Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2016. 304 с.

15. Россияне больше не читают книг: немодно, дорого, скучно // MKRU: Московский комсомолец. 18.08.2016. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.mk.ru/social/2016/08/18/rossiyane-bolshe-ne-chitayut-knig-nemodno-dorogo-skuchno.html> (Дата обращения: 15.11.2018).

16. Луков Вал.А. Биосоциология: ресурс понимания молодого поколения России //

Стратегические приоритеты. 2015. № 1 (5). С. 72–83.

17. Обухова Л. Ф. *Детская (возрастная) психология*. М.: Российское педагогическое агентство, 1996. 374 с.

18. Эльконин Д. Б. *Избранные психологические труды*. М.: Педагогика, 1989. 560 с.

19. Бузык С. В. Программы развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в сфере образования Сингапура // *Открытое образование*. 2012. №1. С. 78–84.

20. McClure S.M., Laibson D.I., Loewenstein G., Gohen J.D. Separate neural systems value immediate and delayed monetary rewards // *Science*. 2004. Vol. 306. P. 503–507. DOI: 10.1126/science.1100907.

21. Blakemore S.-J., Choudhury S. Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition // *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2006. Vol. 47. P. 296–312. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x.

22. Бузык С. В. «Цифровое» поколение в образовательной системе российского региона: проблемы и пути решения // *Открытое образование*. 2019. №1. С. 27–33.

References

1. Nechayev V.D., Durneva Ye.Ye. «Digital Generation»: a psychological and pedagogical study of the problem. *Pedagogika = Pedagogy*. 2016; 1: 36–45. (In Russ.)

2. Smoll G., Vorgan G. *Mozg onlayn. Chelovek v epokhu Interneta = Brain online. Man in the era of the Internet*. Moscow: Kolibri, ABC-Atticus; 2011. 352 p. (In Russ.)

3. Abcarian R., Horn J. Underwhelmed by it all. *Los Angeles Times*. August 07, 2006.

4. Piccalo G. Girls just want to be plugged into everything. *Los Angeles Times*. August 11, 2006.

5. National Endowment for the Arts. *Reading at risk: A survey of literary reading in America*. Research Division Report #46. National Endowment for the Arts. Washington, DC, June, 2004. [Internet]. Available from: <https://www.arts.gov/sites/default/files/ReadingAtRisk.pdf> (cited 08.02.2019).

6. Roberts D.F., Foehr U.G., Rideout V. *Generation M: Media in the lives of 8–18 year-olds*. A Kaiser Family Foundation Study. 2005. [Internet]. Available from: <https://kaiserfamilyfoundation.files.wordpress.com/2013/01/generation-m-media-in-the-lives-of-8-18-year-olds-report.pdf> (cited 08.02.2019).

7. Green C.S., Bavelier D. Action video game modifies visual selective attention. *Nature*. 2003; 423: 534–537. DOI: 10.1038/nature01647.

8. Dance A. Videos as a baby brain drain. *Los Angeles Times*. August 07, 2007.

9. Niemz K., Griffiths M., Banyard P. Prevalence of pathological Internet use among

university students and correlations with self-esteem, the general health questionnaire (GHQ), and disinhibition. *Cyberpsychology & Behavior*. 2005; 8: 562–570. DOI: 10.1089/cpb.2005.8.562.

10. Koezuka N., Koo M., Allison K.R., et al. The relationship between sedentary activities and physical inactivity among adolescents: Results from the Canadian community health survey. *Journal of Adolescent Health*. 2006; 39: 515–522. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2006.02.005.

11. Grund A., Krause H., Siewers M., Rieckert H., Muller M.J. Is TV viewing an index of physical activity and fitness in overweight and normal weight children? *Public Health and Nutrition*. 2001; 4: 1245–1251. DOI: 10.1079/PHN2001178.

12. Howe Neil, Strauss William. *Generations: The History of America's Future, 1584 to 2069*. New York: William Morrow & Company. 1991.

13. Network readiness index. Гуманитарные технологии. Аналитический портал = Humanitarian technologies. Analytical portal. [Internet]. Available from: <http://gtmarket.ru/ratings/networked-readiness-index/networked-readiness-index-info> (cited 15.11.2018). (In Russ.)

14. Amzin A. et al. *Kak novyye media izmenili zhurnalistiku 2012–2016 = How new media changed journalism 2012–2016*. Yekaterinburg: University of the Humanities; 2016. 304 p. (In Russ.)

15. Russians no longer read books: unfashionable, expensive, boring. MKRU: Moskovskiy komsomolets = MKRU: Moskovsky Komsomolets. 18.08.2016. [Internet]. Available from: <http://www.mk.ru/social/2016/08/18/rossiyane-bolshe->

ne-chitayut-knig-nemodno-dorogo-skuchno.html (cited 15.11.2018). (In Russ.)

16. Lukov Val.A. Biosociology: a resource for understanding the young generation of Russia. Strategicheskiye priority = Strategic priorities. 2015; 1(5): 72–83. (In Russ.)

17. Obukhova L. F. Detskaya (vozrastnaya) psikhologiya = Children's (age) psychology. Moscow: Russian Pedagogical Agency; 1996. 374 p. (In Russ.)

18. El'konin D. B. Izbrannyye psikhologicheskiye Trudy = Selected psychological works. Moscow: Pedagogy; 1989. 560 p. (In Russ.)

19. Butsyk S. V. Programs for the development of information and communication technologies (ICT) in the field of education in Singapore. Otkrytoye

obrazovaniye = Open Education. 2012; 1: 78–84. (In Russ.)

20. McClure S.M., Laibson D.I., Loewenstein G., Gohen J.D. Separate neural systems value immediate and delayed monetary rewards. Science. 2004; 306: 503-507. DOI: 10.1126/science.1100907.

21. Blakemore S.-J., Choudhury S. Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. Journal of Child Psychology and Psychiatry. 2006; 47: 296-312. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x.

22. Butsyk S. V. "Digital" generation in the educational system of the Russian region: problems and solutions. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2019; 1: 27-33. (In Russ.)

Сведения об авторе

Сергей Владимирович Буцык

К.п.н., доцент, проректор по учебной работе
Челябинский государственный институт
культуры
Челябинск, Россия
Эл. почта: bsv@chgaki.ru
Тел: +7(351)263-92-53

Information about the author

Sergey V. Butsyk

Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor,
Vice Rector for Academic Affairs
Chelyabinsk State Institute of Culture and Arts,
Chelyabinsk, Russia
E-mail: bsv@chgaki.ru
Tel. +7(351)263-92-53

Построение компьютерной системы профориентации выпускников средних образовательных заведений на базе генетического алгоритма

Цель статьи представить результаты исследования по разработке генетического алгоритма для решения задач профориентации выпускников средних образовательных заведений и проверка возможности его реализации в компьютерной системе. Вопрос профориентации выпускников по-прежнему остается актуальным, проблемным и до конца не решенным. По мнению авторов, внедрение технологий искусственного интеллекта в системы профориентации является перспективным направлением, на которое следует обратить внимание. Генетические алгоритмы широко применяются для решения поисковых и оптимизационных задач в различных предметных областях. Авторы предлагают автоматизировать процесс выявления склонности выпускников средних образовательных заведений к тому или иному роду деятельности путем построения программной системы профориентации на базе генетического алгоритма.

Материалы и методы: Для выявления предрасположенности индивидуума к конкретному виду деятельности необходимо иметь перечень требований и противопоказаний к профессии. В числе способов описания норм и требований к претенденту-специалисту профессиограммы, списки необходимых компетенций и другие. Определить характеристики индивидуума, влияющие на выбор профессии, позволяют специальные тесты, активизирующие опросники и анкеты, оценки по школьным предметам. Сопоставление личностных характеристик и требований авторы осуществляют посредством генетического алгоритма. Генетические алгоритмы относятся к группе

эволюционных методов и базируются на эволюционной теории. В числе их достоинств концептуальная простота и широкая применимость, устойчивость к динамическим изменениям окружающей среды и способность к самоорганизации.

Результаты: Разработан генетический алгоритм, в котором в качестве исходной информации для создания новой популяции приняты оценки аттестата индивидуума. На основе этих оценок формируется начальная популяция профессий. В результате скрещивания пары особей из родительской популяции получается потомок, хромосома которого состоит из генов обоих родителей. Отбор выживших экземпляров осуществляется на основе процента успеха в освоении каждой из профессий в списке и функции приспособленности. Разработанный алгоритм был реализован в программной системе. Как показали эксперименты, генетический алгоритм успешно справляется с задачей поиска оптимального списка профессий по заданному критерию.

Заключение: Результаты исследования показывают, что применение генетических алгоритмов предоставляет удобные механизмы внедрения методов искусственного интеллекта в сферу профориентации, что позволяет повысить качество рекомендаций по выбору профессии.

Ключевые слова: профориентация, профессиограмма, методы профориентации, генетический алгоритм, искусственный интеллект, эволюционные методы, программная система.

Anna P. Sergushicheva, Elena N. Davydova
Vologda State University, Vologda, Russia

Building a Computer Vocational Guidance System for Graduates of Secondary Educational Institutions Based on a Genetic Algorithm

The purpose of the article is to present the results of a study on the development of a genetic algorithm to solve the problems of career guidance for graduates of secondary educational institutions and to verify the possibility of its implementation in a computer system. The issue of career guidance for graduates is still relevant, problematic and not fully resolved. According to the authors, the introduction of artificial intelligence technologies in career guidance systems is a promising area that should be paid attention to. Genetic algorithms are widely used to solve search and optimization problems in various subject areas. The authors propose to automate the process of identifying the tendency of secondary school graduates to a particular type of activity by building a vocational guidance system based on a genetic algorithm.

Materials and methods. To identify an individual's predisposition to a specific type of activity, it is necessary to have a list of requirements and contraindications to the profession. Among the ways of describing the norms and requirements for the applicant-specialist

are profессиограммы, lists of necessary competencies and others. To determine the characteristics of the individual that affect the choice of profession, it is possible to use special tests, activating questionnaires, grades in school subjects. The authors carry out the comparison of personality characteristics and requirements through a genetic algorithm. Genetic algorithms belong to the group of evolutionary methods and are based on the evolutionary theory. Among their advantages are conceptual simplicity and wide applicability, resistance to dynamic environmental changes and the ability to self-organize.

Results. The genetic algorithm has been developed, in which as a source of information for creating a new population individual certificate evaluations are accepted. Based on these estimates, an initial population of professions is formed. As a result of crossing a pair of individuals from the parent population, a descendant is obtained whose chromosome consists of the genes of both parents. The selection of surviving specimens is based on the percentage of success in the development of each of the professions in the list and

the fitness function. The developed algorithm was implemented in a software system. As experiments showed, the genetic algorithm successfully copes with the task of finding the optimal list of professions according to a given criterion.

Conclusion. The results of the study show that the use of genetic algorithms provides convenient mechanisms for introducing artificial

intelligence methods into the field of career guidance, which improves the quality of recommendations for choosing a profession.

Keywords: career guidance, professionogram, career guidance methods, genetic algorithm, artificial intelligence, evolutionary methods, software system.

Введение

Одним из направлений деятельности педагогов средних образовательных заведений является профориентация. К моменту завершения школьного обучения выпускники должны определиться с направлением своего дальнейшего образования. Выбор подходящей человеку профессии обеспечит ему, как минимум, радость и моральное удовлетворение от работы, реализацию индивидуальных возможностей. Преподаватели профессионального образования получают при этом студентов, лучше успевающих по их дисциплинам и более мотивированных к обучению, а экономика страны в будущем — более квалифицированных специалистов. Тема профориентации может быть интересна и взрослым, которые по ряду причин (сложная социально-экономическая ситуация в регионе, семейные обстоятельства, отсутствие морального или материального удовлетворения) решили сменить род трудовой деятельности.

Решению вопросов профориентации и основным аспектам становления субъекта профессиональной деятельности посвящено значительное количество работ отечественных и зарубежных авторов. В их числе Э.Ф. Зеер, Е.А. Климов, С.П. Крягжде, М.Р. Щукин, Д. Сюпер, Дж. Холланд и другие [1–5]. В диссертационных исследованиях (например, [6–12]) представлены технологии профессионального самоопределения и трудового воспитания школьников и перспективы профориентационной деятельности, анализируются психологические барьеры профессионального развития личности.

На данный момент существует множество методик для определения склонности человека к тому или иному роду деятельности. В их числе методики Дж. Холланда, Д. Кейерси, О.Ф. Потемкиной, Е.А. Климова, Г. Резапкиной, А.Е. Голомштока, Л. Йовайши, Н. Пряжникова, Дж. Коллинза и другие [3, 13–15]. В большинстве методик во внимание принимаются психологические и психофизические качества человека, текущий и потенциальный уровень его интеллектуального развития. Например, в соответствии с методикой Йовайши с помощью опросника исследуется склонность индивидуума к шести направлениям деятельности. Это склонность к интеллектуальной и исследовательской работе, к работе с людьми, к практической, планово-экономической, эстетической и экстремальной деятельности. По ответам на вопросы респондента судят о его предпочтениях. В результате получаем распределение его склонностей по степени выраженности между перечисленными направлениями и список подходящих профессий.

По мере развития общества и изменения списка востребованных профессий и требований к ним, меняются и представления о целях, задачах, формах, методах и сущности профориентации. Например, в работе [16] предлагается для отбора абитуриентов в университеты условиях SMART-общества использовать информационную систему, построенную на модели точечного выявления людей со склонностями к получению определенных компетенций. По мнению авторов указанной

работы, такой подход может способствовать раннему профессиональному самоопределению абитуриентов и повышению качества образования за счет их дополнительной мотивированности к обучению. Потенциальный работодатель при этом может прогнозировать собственное развитие в части создания и заполнения новых рабочих мест кадрами, отвечающими актуальным требованиям.

Об актуальности проблемы говорит и наличие значительного количества Интернет-ресурсов, посвященных профориентации. Как правило, на сайте размещается какой-либо опросник. Например, простой и понятный тест Йовайши можно пройти онлайн за 5–10 минут на странице [17].

Несмотря на развитие в наши дни информационных технологий, подавляющее большинство учебных заведений не имеют инструментов автоматизации процесса профориентации: результаты тестирования обрабатываются вручную. Кроме того, акцент в существующих информационных системах делается на личностные качества и предпочтения. Между тем, способности к тем или иным видам деятельности нередко выражаются в успешности изучения дисциплин (в том числе и школьного курса). Например, в статье [18] обсуждается влияние качества образования и мотивации к обучению на трудоустройство.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что вопрос профориентации выпускников средних образовательных учреждений является актуальным, проблемным и до конца не решенным. Авторы предлагают автоматизировать

процесс выявления склонности выпускников средних образовательных заведений к тому или иному роду деятельности путем построения программной системы профориентации на базе генетического алгоритма. Генетические алгоритмы — одно из направлений реализации искусственного интеллекта. Они широко применяются для решения поисковых и оптимизационных задач в различных предметных областях. В данной статье описан опыт авторов по реализации генетического алгоритма в прикладной системе профориентации.

Методы профориентации и алгоритм выявления предрасположенности индивидуума к конкретному виду деятельности

Одной из предпосылок выбора профессии выпускниками средних образовательных заведений является традиция (семейные династии, например). Очень часто направление дальнейшего обучения выбирают случайно или исходя из представлений о долге, миссии. Опыт показывает, что и в этом случае есть люди, довольные своей работой. Цель профориентации — увеличить количество таких людей за счет их сознательного определения целей своей профессиональной деятельности, исходя из анализа своих возможностей и предпочтений, реальных проблем и путей их решения.

Выбор индивидуумом формы трудовой занятости и путей реализации личности, эффективное прогнозирование профессиональной успешности в выбираемой сфере, содействие росту профессионального мастерства и удовлетворенности личности трудом, общественным положением — одна из задач профориентации. Другая задача обеспечить интересы государства и, в конечном итоге, работодателей — получить

необходимых высококлассных специалистов, достижение согласованности и сбалансированности между профессиональными интересами людей и потребностями рынка труда. В.Д. Симоненко считал профориентацию «педагогической по методам, социальной по содержанию, экономической по результатам и государственной по организации работы» [19].

Профориентация представляет собой объект исследования разных наук. Поэтому существует несколько подходов к трактовке этого понятия. Так педагоги определяют профориентацию как «...научно-практическую систему подготовки учащихся к свободному сознательному выбору профессии» [20] или «...целенаправленную деятельность, связанную с формированием у подрастающего поколения профессиональных интересов и склонностей в соответствии с личными способностями, потребностью общества и пригодностью к той или иной профессии». Психологи видят в ней процесс, содержащий два, связанных между собой, аспекта: «принятия оптимального решения о своем профессиональном выборе и воздействия на психику оптанта с целью формирования у него профессиональных намерений» [21]. В социологии и экономике «профориентация — это совокупность социально-экономических отношений между обществом и его членами по вопросу формирования специализированной рабочей силы с учетом общественных потребностей в ней» [22].

Стремление систематизировать различные аспекты профориентации привело к появлению профориентологии, основатели которой утверждают, что профориентация невозможна без применения форм и методов педагогического и психологического воздействия, без учета социально-экономической ситуации

и форм организации научного управления профориентационным процессом, без нормативно-правового обеспечения профориентации [2].

Методы, используемые в профориентационной работе, можно разделить на две группы: информирование (просвещение, консультации, беседы, экскурсии) и диагностику (как психологическую, так и медицинскую). Путем диагностики определяют интересы и склонности человека к определенным профессиям. Она может применяться как для профориентации, так и для профотбора.

Алгоритм выявления предрасположенности индивидуума к конкретному виду деятельности включает следующую последовательность действий: 1) необходимо составить перечень требований и противопоказаний к профессии, 2) необходимо отобрать характеристики личности человека, которые важно учитывать, 3) необходимо определить методы измерения этих характеристик и способы сравнения их с нормой.

1) Список и обобщенное описание норм и требований к претенденту-специалисту содержит профессиограмма. Как правило, в этом списке присутствуют сведения о профессии и доминирующие виды деятельности. Также указываются личностные качества, обеспечивающие успешность профессиональной деятельности и качества, ей препятствующие (умения и навыки, уровень и специализация образования, психофизиологические и медико-физиологические характеристики и т.п.). Структура профессиограмм и схемы их составления могут различаться на разных предприятиях.

Другой вариант описания требований к профессионалу — через список компетенций, отражаемых в образовательных и базовых профессиональных стандартах. В работе [23] показано, как такой перечень

позволяет наиболее полно и конкретно определить необходимый при обучении по направлению подготовки набор и содержание знаний, умений и навыков, рационально распределить их между учебными дисциплинами. Аналогично через компетенции можно описать конкретную профессию.

2) Выбираемые для оценивания характеристики индивидуума должны быть сопоставимы с соответствующими требованиями, перечисленными в профессиограмме (или списке необходимых компетенций). Для каждой профессии требуется определенная совокупность знаний, умений и навыков. На этапе профориентации выпускник общеобразовательного учреждения, как правило, ими не обладает. Однако, мы можем оценить вероятность их успешного приобретения по уровню освоения обучающимся школьных дисциплин, по преобладающему у него способу мышления. Также могут учитываться предпочтения человека в соответствии с типологией его личности (по Дж. Голланду, Е.А. Климову или др.) [3,13]. Например, определяют, с чем/кем (с другими людьми, с природой, с художественными образами, знаковыми системами или с техникой) он взаимодействует охотнее, какая деятельность (познавательная, преобразовательная или изыскательская) нравится ему больше.

3) Предрасположенность выпускника к приобретению знаний того или иного типа будем определять по школьным оценкам. Необходимый уровень знаний может быть высоким, средним или низким. Для измерения склонности человека к определённому роду деятельности нашли широкое применение специальные тесты, активизирующие опросники и анкеты, составленные по различным методикам. Помимо центров трудоустройства

и профориентации школьников подобные тесты проводят некоторые учебные заведения. Распространено тестирование на бумажных носителях. Реже используются информационные системы сторонних разработчиков.

Авторами рассмотрен ряд сервисов, предоставляющих доступ к своим тестам и анкетам посредством сети Интернет как на платной, так и на бесплатной основах. В их числе сайты Центра развития и тестирования «Гуманитарные технологии» (<http://www.proforientator.ru>) и Академии профессионального образования (http://www.spbapo.ru/proforient_school), веб-ресурсы Тест на профориентацию (<http://proftester.ru>) и Психологические тесты (<http://www.effecton.ru/730.html>) и некоторые другие. Акцент делался на ресурсы, содержащие не менее 3-х методик профориентационного тестирования, предоставляющие возможность прохождения компьютерного тестирования и выдающие результат сразу после окончания тестирования или путем отправки их на электронную почту. Например, Тест на профориентацию содержит три методики исследования: дифференциально-диагностический опросник, опросник профессиональной готовности, опросник профессиональной направленности Д. Голанда. А демоверсия Психологических тестов позволяет пройти не более 5 тестовых исследований.

Анализ указанных ресурсов показал, что тестирование в режиме «онлайн», как правило, доступно только в демонстрационной версии, что профессиональное комплексное тестирование с консультацией психолога (и возможно с участием родителей), в большинстве случаев является платной услугой. Между тем, нельзя быть до конца уверенным в корректности подведе-

ния результатов в силу того, что используемые методики и алгоритмы подобного профориентационного исследования остаются в тени. Также обращает на себя внимание тот факт, что среди средних специальных и высших учебных заведений лишь единицы имеют собственные информационные системы по профориентации школьников – абитуриентов.

Информацию о предпочтениях можно также получить в ходе профориентационных тренингов, игр и упражнений, специально организованных дискуссий. Однако в этом случае, данные труднее систематизировать, а организовать их автоматический сбор и вывод рекомендаций практически невозможно.

Основные аспекты и области применения генетических алгоритмов

Генетические алгоритмы относятся к группе эволюционных методов и базируются на эволюционной теории. По этой теории движущей и направляющей силой эволюции является естественный отбор, т.е. предполагается наличие шага непрерывающейся генерации новых структур искомого объекта и некоторого механизма выделения из них самых сильных и полезных экземпляров (решений, структур, особей, алгоритмов) [24].

Как и в биологических системах, в программных приложениях, реализующих генетические алгоритмы, многократно выполняется эволюционный цикл: создание новой популяции – скрещивание и размножение – селекция (отбор).

Моделирование эволюционного процесса начинают с создания начальной популяции. В ее состав включают некоторое число случайно отобранных индивидуумов со случайным набором хромосом (числовых векторов). Индиви-

дуумы должны соответствовать «формату» и быть «приспособленными к размножению». Оценивается их выживаемость. Велика вероятность, что полученная популяция не будет соответствовать принятым требованиям и что алгоритм эту проблему исправит.

Следующий шаг — скрещивание и размножение. Аналогично скрещиванию в живой природе здесь производится рекомбинация решений-кандидатов. Использование оператора «скрещивания» является отличительной особенностью генетического алгоритма. Для получения потомка требуется два родителя. Потомок наследует черты обоих родителей. Жизненный цикл популяции — это несколько случайных скрещиваний (например, посредством кроссовера) и мутаций (изменений параметров особей), в результате которых к популяции добавляется какое-то количество новых индивидуумов. Мутации добавляют, если выживаемость потомков падает по сравнению с выживаемостью родителей.

Завершает эволюционный цикл селекция и формирование нового поколения. Из полученной популяции выбирают тех, кто «пойдет дальше». При этом долю «выживших» после отбора заранее определяют и указывают в виде параметра. Остальные особи должны погибнуть.

Далее к новой популяции опять применяются операции кроссовера и мутации, производят отбор. Эти шаги повторяются до тех пор, пока результат не начнет нас удовлетворять или количество поколений (циклов) достигнет заранее выбранного максимума или пока не будет исчерпано время на мутацию.

К недостаткам генетических алгоритмов относят отсутствие эффективных критериев окончания работы алгоритма, проблемы выбора его параметров (мощность популяции, вероят-

ность генетических операторов и т.д.), сложности определения приспособленности особей (фитнесс-функции), необходимость в достаточно больших вычислительных ресурсах.

Преимуществами алгоритма является концептуальная простота и широкая применимость, устойчивость к динамическим изменениям окружающей среды и способность к самоорганизации. Генетические алгоритмы могут комбинироваться с другими более традиционными методами и в явном виде учитывать априорные знания (например, в виде специальных проблемно-ориентированных генетических операторов). Эволюционные методы легко реализуются в многопроцессорных распределенных компьютерных системах, так как оценка приспособленности (значения фитнесс-функции), может для различных особей выполняться параллельно.

Генетический алгоритм широко применяется для решения поисковых и оптимизационных задач в различных предметных областях. Например, в работе [25] представлен подход к построению деревьев классификации данных, позволяющий отобрать наиболее существенные признаки объектов и повысить точность классификации за счет оптимизации структуры дерева. О популярности алгоритма и разнообразии целей и вариантов его использования, об интересе к нему ученых говорит и тот факт, что в eLIBRARY.RU по запросу «генетический алгоритм» нашлось более пяти тысяч журнальных статей и около двухсот диссертаций (из них 58 приходится на последние 10 лет).

Задачу выбора профессии также можно сформулировать как поисково-оптимизационную. Поэтому авторы данной статьи предлагают строить систему профориентации на базе генетического алгоритма.

Построение генетического алгоритма для компьютерной системы профориентации

Задачу разработки генетического алгоритма для компьютерной системы профориентации, сформулируем следующим образом. Исходной будем считать информацию о предпочтениях, индивидуальных особенностях человека и его успехах в изучении различных дисциплин. Существующие методики не дают конкретной оценки подготовленности человека к той или иной профессии, а призваны определить склонность человека к одной из 5–7 областей деятельности. Поэтому поставим цель получить в результате работы алгоритма список из пяти профессий с указанием процента успеха в освоении каждой из них.

Разработку алгоритма начнем с определения способов получения системой исходной информации. Можно провести анкетирование в соответствии с одной или несколькими методиками, перечисленными в первом разделе данной статьи. Другой способ — тестирование. Тестированием можно определить и уровень знаний индивидуума в соответствующей предметной области, и его склонности к различным видам деятельности, и личностные характеристики. Можно анкетирование совместить с тестированием. В последних двух случаях появляется риск того, что список заданий и вопросов разрастется до очень больших размеров, и, следовательно, потребует значительного количества времени и сил респондента, соответственно возрастет вероятность неискренних ответов на вопросы. Однако, об уровне знаний индивидуума в различных предметных областях можно судить и по оценкам в его аттестате (дневнике). Крен успеваемости в сторону определенных предметов будет говорить о

предпочтениях и склонностях выпускника. Ввод оценок не займет много времени и его достаточно просто реализовать в программной системе.

Таким образом, в качестве исходной информации для создания новой популяции целесообразно принять оценки аттестата индивидуума или его оценки за последний год обучения. На основе этих оценок сформируем начальную популяцию, состоящую из особей, представленных в виде случайно сгенерированного списка профессий. К этому списку добавятся оценки выпускника по каждому из требуемых предметов, представленному на рис. 1.

Формирование следующей популяции будет выполнено путем скрещивания особей точным методом. Согласно этому методу выбираются пары особей из родительской популяции. После этого для каждой пары родителей случайным образом выбирается позиция гена, определяющая точку скрещивания. Точка скрещивания представляет собой натуральное число, меньше длины хромосом каждого из родителей. Поэтому определение точки скрещивания будет являться, по своей сути, случайным выбором натурального числа на интервале $[1, \text{длина_хромосомы_родителя} - 1]$.

В результате скрещивания получается потомок, хромосома которого на позициях от 1 до точки скрещивания состоит из генов первого родителя (первый список профессий), а на позициях от точки скрещивания +1 до конца хромосомы — из генов второго родителя (второй список профессий). В нашем случае ген особи — список профессий, будет представлен в виде перечисления предметов, необходимых для успешного освоения этих профессий в дальнейшем и оценок, которые имеет выпускник по этим предметам. Основываясь на оценках выпускника,

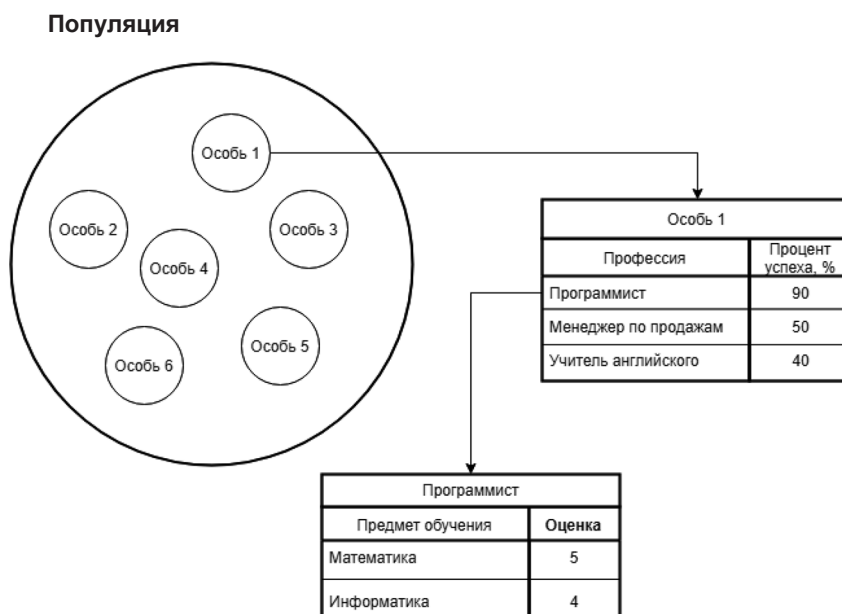


Рис. 1. Содержимое особи

будет рассчитываться процент успеха в освоении этой профессии в будущем. Процедура скрещивания изображена на рис. 2.

Помимо скрещивания, существует маленький шанс того, что особь мутирует. В случае мутации особи, она заменит один из своих генов, т.е. одну из профессий в списке, выбранную случайным образом на другую, так же выбранную случайным образом.

В ходе селекции будет выполнен отбор наиболее приспособленных особей и уда-

ление из популяции менее приспособленных особей (в нашем случае менее подходящих профессий). Отбор осуществляется на основе процента успеха в освоении каждой из профессий в списке и функции приспособленности. Учитывая тот факт, что количество профессий в списке фиксировано и равно 5, то в качестве функции приспособленности можно использовать сумму максимально возможных значений позиции, определяющей процент успеха. В данном случае это число

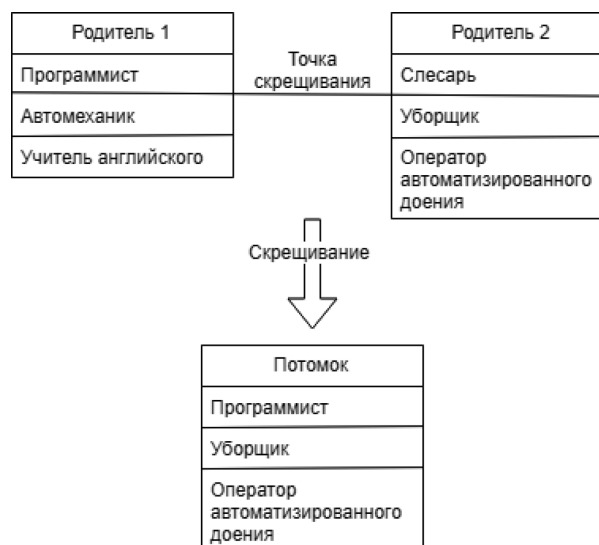


Рис. 2. Визуально представление процедуры скрещивания точным методом

500, представляющее собой сумму 5-и значений, равных 100.

Для определения приспособленности выпускника к той или иной профессии вычисляется сумма значений позиций, определяющих процент успеха, и сравнивается с функцией приспособленности. Считается что, чем выше процент соответствия значения приспособленности выпускника и значения функции приспособленности, тем больше приспособлен выпускник к рекомендованной профессии.

Например, функция приспособленности $F = 500$. Оценкам выпускника соответствует 5 списков профессии с процентом успеха $I_1 = 90$, $I_2 = 30$, $I_3 = 40$, $I_4 = 50$, $I_5 = 80$.

Тогда приспособленность выпускника I_f будет равняться:

$$I_f = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 \quad (1)$$

Полученное по формуле (1), значение приспособленности выпускника, равное 290, сравнивается с функцией приспособленности F и определяется степень их соответствия E :

$$E = I_f / F \quad (2)$$

Полученная по формуле (2), степень соответствия, равная 0.58, определяет близость значения приспособленности выпускника к значению функции приспособленности. Чем ближе значение степени соответствия к 1, тем приспособленнее выпускник к конкретной профессии.

После определения приспособленности каждого выпускника, удаляется определенный процент наименее рекомендованных ему профессии и формируется новое поколение.

Далее снова происходит скрещивание и цикл жизни и смерти повторяется, пока не будет найдена профессия с необходимым значением степени соответствия или по достижению определенного количества повторений.

В результате работы информационная система долж-

на сформировать список из пяти профессий, подходящих выпускнику. Для каждой из них должен выводиться также ожидаемый в будущем процент успеха в освоении профессии.

Реализация генетического алгоритма в программной системе

Разработанный алгоритм был реализован в программной системе, которая на основании оценок ученика по всем дисциплинам школьной программы формирует список оптимальных для данного индивидуума профессий.

В данной версии системы особи реализованы в виде структуры с именем Individual, состоящей из:

- переменной целочисленного значения с именем fitness, хранящей числовое значение приспособленности особи;
- переменная типа данных с плавающей запятой (float) с именем likelihood. Эта переменная содержит в себе значение вероятности скрещивания особи;
- ассоциативного массива с именем allele. В качестве ключа данный массив имеет наименование профессии, а в качестве значения – другой ассоциативный массив со значением, представляемым в виде наименования учебной дисциплины, а значение – это оценка ученика по данной дисциплине;
- перегруженного оператора сравнения ($==$), предназначенного для сравнения особей.

В ходе работы был создан класс, реализующий работу, генетического алгоритма. Данный класс включает в себя:

- конструктор с параметром, принимающий на вход ассоциативный массив, который, в свою очередь, представляет собой список учебных дисциплин и оценки тестируемого по данным дисциплинам;
- метод Solve, осуществляющий поиск оптимального решения;
- метод GetGen, возвраща-

ющий конкретную особь из текущей популяции;

- массив population типа individual, предназначенный для содержания в нем особей;

- метод Fitness с параметром в качестве указателя на особь. Данный метод призван рассчитывать значение приспособленности особи;

- метод CreateFitness, занимающийся расчетом значения приспособленности для особей всей популяции, используя при этом метод Fitness;

- метод MultInv рассчитывает общую приспособленность популяции с целью дальнейшего вычисления вероятности скрещивания для каждой особи в популяции;

- метод GenerateLikelihoods. Данный метод занимается расчетом вероятности скрещивания для всех особей в популяции. Расчет происходит на основе результата, возвращаемого методом MultInv;

- метод CreateNewPopulation создает новую популяцию путем скрещивания наиболее приспособленных особей, поиск которых осуществляется с помощью метода GetIndex. Происходит это следующим образом. Метод CreateNewPopulation два раза подряд вызывает GetIndex со случайно сгенерированным числом от 1–100 в качестве параметра (val). GetIndex осуществляет поиск внутри популяции такой особи, значение приспособленности которой больше либо равно параметру val. Помимо этого, в условие возврата индекса особи методом GetIndex искомой особи входит такой момент, что значение параметра val должно быть больше значения приспособленности особи, рассмотренной в прошлом. За счет этого, собственно, и осуществляется поиск наиболее приспособленных особей. После получения индексов двух особей в дело вступает метод Breed;

- метод Breed принимает на вход в качестве параметров два индекса разных особей, после

чего генерирует точку скрещивания. Затем создается новая особь, которой присваиваются гены одного из родителей. Далее следует определение того, где будут располагаться гены второго родителя, до точки скрещивания или после. Происходит это генерацией случайного числа от 1 до 100. Если сгенерированное число больше 50, то гены второго родителя будут располагаться после точки скрещивания, если число меньше 50 – до точки скрещивания. Таким образом происходит создание потомственной особи. Далее следует запись потомка в массив новой популяции.

Результаты экспериментов

Работа с системой начинается с создания текстового файла (посредством данной программы или текстового редактора Блокнот), в котором должны быть перечислены учебные дисциплины и оценки ученика по этим дисциплинам. Пример заполнения файла оценками представлен на рис. 3. Список профессий и требуемых для них дисциплин, хранится в отдельном xml-файле.

При выполнении анализа оценки ученика считываются из текстового файла и записываются в ассоциативный массив. Массив используется для вызова конструктора класса, отвечающего за генетический алгоритм, с параметром в виде ассоциативного массива. В результате вызова конструктора создается объект класса CGA, к нему применяется метод Solve и происходит выполнение генетического алгоритма. В результате формируется список профессий, представленный на рис. 4.

Таким образом, генетический алгоритм успешно справляется с задачей поиска оптимального списка профессий по заданному критерию, в качестве которого на сегодня выступает оценочная характеристика знаний человека по учебным дисциплинам.

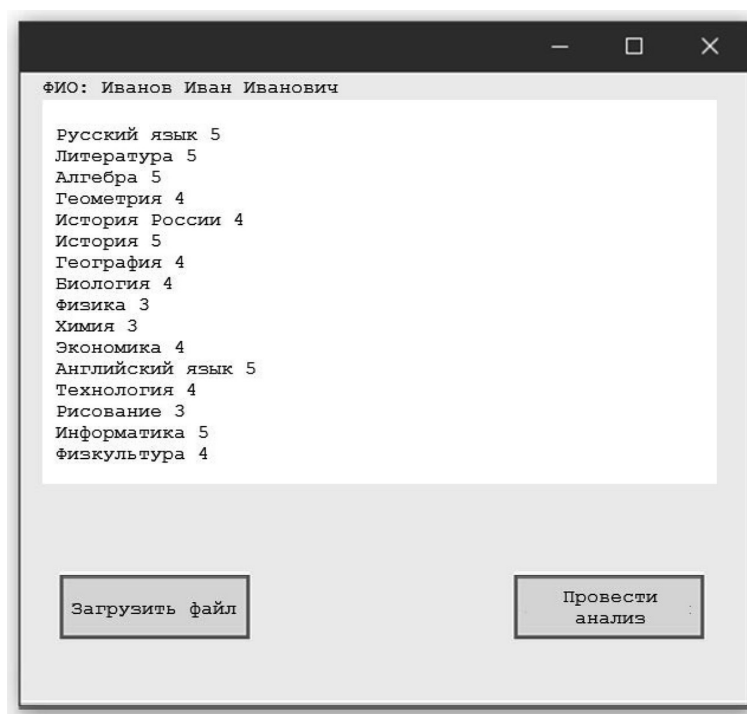


Рис. 3. Заполнение текстового файла с оценками

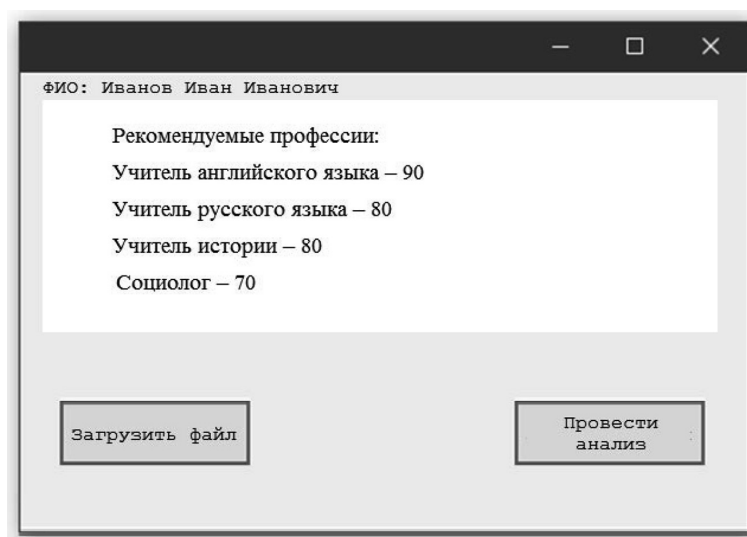


Рис. 4. Результат работы программы

Заключение

К настоящему времени представленный в статье генетический алгоритм реализован в первой версии компьютерной системы профориентации. Поиск оптимума пока производится только на основании оценок выпускника по учебным дисциплинам, а список возможных профессий невелик. Планируется расширить список критериев выбора, включив в их число такие фак-

торы как, например, психологические и психофизические особенности личности, также влияющие на дальнейшее развитие человека, как специалиста той или иной области.

Результаты исследования показывают, что применение генетических алгоритмов предоставляет удобные механизмы внедрения методов искусственного интеллекта в сферу профориентации, что позволяет повысить качество рекомендаций по выбору профессии.

Литература

1. Зеер Э.Ф. Психология профессий: уч. пособие для студентов вузов. М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2003. 336 с.
2. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Садовникова Н.О. Основы профориентологии. М.: высшая школа, 2005. 157 с.
3. Климов Е.А. Психология профессионального самоопределения. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 304 с.
4. Крягжде С.П. Психология формирования профессиональных интересов. Вильнюс: Мокслас, 1981. 196 с.
5. Носкова О. Г. Общепсихологическая теория деятельности и проблемы психологии труда // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2014. № 3. С. 104–121.
6. Миралиев А.М. Педагогическая система подготовки студентов к организации профессиональной ориентации и трудового воспитания школьников: диссертация доктора педагогических наук: 13.00.01. Душанбе. 2006. 283 с.
7. Андреева Л.И. Профессиональное самоопределение школьников в условиях инновационной деятельности общеобразовательного учреждения: диссертация доктора педагогических наук: 13.00.08. Тольятти, 2010. 462 с.
8. Старикова Л.Н. Профориентация и профессиональное самоопределение студентов средней профессиональной школы: диссертация кандидата социологических наук: 22.00.04. Пермь, 2009. 207 с.
9. Балюк А.Д. Профессиональная ориентация в системе социализации молодежи: на примере Ростовской области: автореферат диссертации кандидата социологических наук: 22.00.06. Тюмень, 2014. 31 с.
10. Минажетдинова А.И. Профессиональная ориентация учащейся молодежи в системе социально-трудовых отношений: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05. Москва, 2013. 204 с.
11. Кошелева Т.В. Профессиональная ориентация учащихся общеобразовательной школы на педагога-психолога: антропологический подход: диссертация кандидата педагогических наук: 13.00.01. Москва, 2013. 248 с.
12. Джанерьян С.Т. Профессиональная Я-концепция: диссертация доктора педагогических наук: 19.00.01. Ростов-на-Дону, 2005. 603 с.
13. Holland J.P. Adaptation in Natural and Artificial Systems. An Introductory Analysis

With Application to Biology. Control and Artificial Intelligence. University of Michigan. 1975. 210 p.

14. Пряжников Н.С. Профессиональное самоопределение: теория и практика: учебное пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 320 с.
15. Овчинникова С.В. Личностно ориентированные игровые технологии как средство профессиональной ориентации старшеклассников: диссертация кандидата педагогических наук: 13.00.01. Карачаевск, 2006. 180 с.
16. Молчанов А.С., Калашникова, Т.Г. Новая модель отбора абитуриентов в университеты в условиях SMART-общества // Открытое образование. 2017. Т. 22. № 1. С. 51–58.
17. Определение профессиональных склонностей: опросник Йовайши. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: ProfOrientatsia.ru>test/opredeleniesklonnostej
18. Глушач Н.Н., Кинфу З.Т. Тенденции эффективного самообразования российской молодежи в перспективе трудоустройства // Открытое образование. 2017. Т. 22. № 5. С.97–106.
19. Симоненко, В.Д. Общая и профессиональная педагогика. Учебное пособие для студентов педагогических вузов. Под ред. В. Д. Симоненко. М.: Вентана-Граф, 2006. 368 с.
20. Чистякова С.Н. Актуальность проблемы профессионального самоопределения обучающихся в современных условиях // Профессиональное образование и рынок труда. 2018. № 1. С. 54–60.
21. Шавир П. А. Психология профессионального самоопределения в ранней юности. М.: Педагогика, 1981. 96 с.
22. Саруханов Э.Р., Сотникова С. И. Проблемы управления профессиональной ориентацией молодежи на профессии высшей квалификации Л.: Издательство Ленинградского финансово-экономического института, 1991. 163 с.
23. Полянский А.М., Смирнова Е.А. Проектирование рабочей программы дисциплины на основе элементов компетенций // Открытое образование. 2018. Т. 22. № 3. С. 35–51.
24. Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998.
25. Ржеуцкий А.В., Ржеуцкая С.Ю. Метод построения дерева классификации на основе генетического алгоритма комбинирования эвристик // Системы управления и информационные технологии. 2011. № 2(44). С. 62–66.

References

1. Zeyer E.F. Psikhologiya professiy : uch. posobiye dlya studentov vuzov = Psychology of professions: Tutorial for university studentp. Moscow: Academic Project; Yekaterinburg: Business Book; 2003. 336 p. (In Russ.)

2. Zeyer E.F., Pavlova A.M., Sadovnikova N.O. Osnovy proforiyentologii = Fundamentals of career guidance. Moscow: higher school; 2005. 157 p. (In Russ.)
3. Klimov Ye.A. Psikhologiya professional'nogo samoopredeleniya = Psychology of professional

self-determination. Moscow: Publishing Center «Academy»; 2004. 304 p. (In Russ.)

4. Kryagzhde S.P. Psikhologiya formirovaniya professional'nykh interesov = Psychology of the formation of professional interests. Vilnius: Moxlas; 1981. 196 p.

5. Noskova O. G. General psychological theory of activity and problems of psychology of work. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psikhologiya = Bulletin of Moscow University. Series 14: Psychology. 2014; 3: 104–121. (In Russ.)

6. Miraliyev A.M. Pedagogicheskaya sistema podgotovki studentov k organizatsii professional'noy oriyentatsii i trudovogo vospitaniya shkol'nikov: dissertatsiya doktora pedagogicheskikh nauk = The pedagogical system of preparing students for the organization of vocational guidance and labor education of schoolchildren: the dissertation of the doctor of pedagogical sciences: 13.00.01. Dushanbe, 2006. 283 p.

7. Andreyeva L.I. Professional'noye samoopredeleniye shkol'nikov v usloviyakh innovatsionnoy deyatel'nosti obshcheobrazovatel'nogo uchrezhdeniya: dissertatsiya doktora pedagogicheskikh nauk = Professional self-determination of schoolchildren in the conditions of innovative activity of a general educational institution: the dissertation of a doctor of pedagogical sciences: 13.00.08. Tolyatti, 2010. 462 p. (In Russ.)

8. Starikova L.N. Proforiyentatsiya i professional'noye samoopredeleniye studentov sredney professional'noy shkoly: dissertatsiya kandidata sotsiologicheskikh nauk = Career guidance and professional self-determination of students of secondary vocational school: the dissertation of the candidate of sociological sciences: 22.00.04. Perm, 2009. 207 p. (In Russ.)

9. Balyuk A.D. Professional'naya oriyentatsiya v sisteme sotsializatsii molodezhi: na primere Rostovskoy oblasti: avtoreferat dissertatsii kandidata sotsiologicheskikh nauk = Vocational guidance in the system of socialization of youth: on the example of the Rostov region: abstract of the dissertation of the candidate of sociological sciences : 22.00.06. Tyumen, 2014. 31 p. (In Russ.)

10. Minazhetdinova A.I. Professional'naya oriyentatsiya uchashcheyshya molodezhi v sisteme sotsial'no-trudovykh otnosheniy: dissertatsiya kandidata ekonomicheskikh nauk = Professional orientation of students in the system of social and labor relations: the dissertation of the candidate of economic sciences: 08.00.05. Moscow, 2013. 204 p. (In Russ.)

11. Kosheleva T.V. Professional'naya oriyentatsiya uchashchikhsya obshcheobrazovatel'noy shkoly na pedagoga-psikhologa: antropologicheskii podkhod: dissertatsiya kandidata pedagogicheskikh nauk = Professional orientation of students of a comprehensive school toward a teacher-psychologist: an anthropological approach: the dissertation of

the candidate of pedagogical sciences: 13.00.01. Moscow, 2013. 248 p. (In Russ.)

12. Dzhaner'yan S.T. Professional'naya YA-kontseptsiya: dissertatsiya doktora pedagogicheskikh nauk = Professional I-concept: the dissertation of the doctor of pedagogical sciences: 19.00.01. Rostov-on-Don, 2005. 603 p. (In Russ.)

13. Holland J.P. Adaptation in Natural and Artificial Systems. An Introductory Analysis With Application to Biology, Control and Artificial Intelligence. University of Michigan. 1975. 210 p.

14. Pryazhnikov N.S. Professional'noye samoopredeleniye: teoriya i praktika: uchebnoye posobiye = Professional self-determination: theory and practice: tutorial. Moscow: Publishing Center «Academy»; 2008. 320 p. (In Russ.)

15. Ovchinnikova S.V. Lichnostno oriyentirovannyye igrovyye tekhnologii kak sredstvo professional'noy oriyentatsii starsheklassnikov: dissertatsiya kandidata pedagogicheskikh nauk: 13.00.01. Karachayevsk, 2006. 180 p. (In Russ.)

16. Molchanov A.S., Kalashnikova, T.G. A new model for the selection of applicants to universities in a SMART-society. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2017; 22; 1: 51–58. (In Russ.)

17. Opreddeniye professional'nykh sklonnostey: oprosnik Yovayshi = Definition of professional inclinations: Jovayshi questionnaire. [Internet]. Available from: ProfOrientatsia.ru>test/opredeleniesklonnostej. (In Russ.)

18. Glushach N.N., Kinfu Z.T. Trends in the effective self-education of Russian youth in the prospect of employment. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2017; 22; 5: 97–106. (In Russ.)

19. Simonenko, V.D. Obshchaya i professional'naya pedagogika. Uchebnoye posobiye dlya studentov pedagogicheskikh vuzov. Pod red. V. D. Simonenko = General and professional pedagogy. Textbook for students of pedagogical universities. Ed. V. D. Simonenko. Moscow: Ventana-Graf; 2006. 368 p. (In Russ.)

20. Chistyakova S.N. The relevance of the problem of professional self-determination of students in modern conditions. Professional'noye obrazovaniye i rynek truda = Vocational education and the labor market. 2018; 1: 54–60. (In Russ.)

21. Shavir P. A. Psikhologiya professional'nogo samoopredeleniya v ranney yunosti = Psychology of professional self-determination in early adolescence. Moscow: Pedagogy; 1981. 96 p. (In Russ.)

22. Sarukhanov E.R., Sotnikova S. I. Problemy upravleniya professional'noy oriyentatsiyei molodezhi na professii vysshey kvalifikatsii = Problems of managing the professional orientation of young people in the profession of higher qualification. Leningrad: Publishing House of the Leningrad Financial and Economic Institute; 1991. 163 p. (In Russ.)

23. Polyanskiy A.M., Smirnova Ye.A. Designing a work program for a discipline

based on elements of competencies. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2018; 22; 3: 35-51. (In Russ.)

24. Kureychik V.M. Geneticheskiye algoritmy = Genetic Algorithms. Taganrog: Publishing house of TRTU; 1998. (In Russ.)

25. Rzhetskiy A.V., Rzhetskaya S.YU. A method for constructing a classification tree based on a genetic algorithm for combining heuristics. Sistemy upravleniya i informatsionnyye tekhnologii = Control Systems and Information Technologies. 2011; 2(44): 62-66. (In Russ.)

Сведения об авторах

Анна Павловна Сергушичева

К.т.н., доцент кафедры автоматике
и вычислительной техники
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
Эл. почта: annpas@list.ru

Елена Николаевна Давыдова

К.т.н., доцент кафедры автоматике
и вычислительной техники
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
Эл. почта: Davidova_EN@mail.ru

Information about the authors

Anna P. Sergushicheva

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor in the
Department of automation and computer engineering
Vologda State University,
Vologda, Russia
E-mail: annpas@list.ru

Elena N. Davydova

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the
Department of automation and computer engineering
Vologda State University,
Vologda, Russia
E-mail: Davidova_EN@mail.ru

О применении технологии дополненной реальности в процессе обучения математике и физике

Целью работы является исследование современных подходов к применению дополненной реальности в процессе обучения математике и физике, а также разработка мобильного приложения с графическими подсказками в дополненной реальности для решения типовых задач динамики.

Материалы и методы. Проведенное исследование включало обзор современных работ в области применения дополненной реальности для изучения математики и физики, мобильных приложений под iOS для изучения математики: GeoGebraAR для изучения поверхностей второго порядка; игра MultiplicationAR для изучения в занимательной форме таблицы умножения; приложение VectorAR для изучения векторов, векторного и скалярного произведений, прямоугольной и косоугольной систем координат и приложений для изучения физики: Physics-Lab для проведения опытов в дополненной реальности при изучении соединений электрической цепи, астрофизики и электромагнетизма; Galileo для изучения теоретического материала по физике с демонстрацией в дополненной реальности гравитационной рогатки, парадоксов в механике и т. п.; приложение Arious для знакомства обучающихся с великими физиками и сделанными ими открытиями в дополненной реальности. В работе проанализированы инструменты, которые могут применять учителя при создании контента дополненной реальности такие, например, как HPReveal, web-приложение Augment и отмечена высокая личная заинтересованность учителей во внедрении технологии дополненной реальности в учебный процесс.

Результаты. В ходе работы были исследованы трудности, с которыми сталкиваются обучающиеся при изучении математики и физики; изучены возможности технологии дополненной реальности для преодоления этих трудностей; разработано мобильное приложение с возможностью получения графических подсказок при решении задач динамики, которое позволило

обучающимся, испытывающим трудности с пониманием сил и их проекций, получить устойчивый навык решения типовых задач динамики. При разработке мобильного приложения были написаны методы на основе создания объектов из базовых классов SCNNode, SCNBox, SCNPlane, SCNText, SCNGeometry, SCNGeometryElement, SCNShape, SCNMaterial библиотеки ARKit. Для проведения эксперимента была создана пилотная группа из 14 обучающихся, 9 из которых испытывали трудности при решении задач динамики. Результаты эксперимента продемонстрировали положительное отношение обучающихся к применению технологии дополненной реальности и 7 обучающихся из 9, испытывающих трудности, получили навык решения типовых задач динамики.

Заключение. По результатам проведенного исследования можно сделать вывод об эффективности применения приложений дополненной реальности при изучении абстрактных концепций в математике и физике. Разработанное мобильное приложение с графическими подсказками в режиме дополненной реальности позволило улучшить показатели успеваемости обучающихся в пилотной группе. Важную роль при внедрении AR-технологии в учебный процесс играет учитель, который помогает поддерживать заинтересованность обучающегося на протяжении всего занятия. К недостаткам приложений дополненной реальности можно отнести их узкую направленность на изучение определенного процесса, явления или понятия.

Полученные результаты могут быть применены в учебном процессе для проведения занятий по математике и физике с целью увеличения мотивации и заинтересованности обучающихся.

Ключевые слова: дополненная реальность, ARKit, электромагнетизм, оптика, динамика, поверхности второго порядка, инновационная технология в образовании.

Yulia Yu. Dyulicheva

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

About the Usage of the Augmented Reality Technology in Mathematics and Physics Learning

The purpose of the work is the investigation of the modern approaches to augmented reality usage in mathematics and physics learning and the development of mobile application with graphical tips in the augmented reality mode for solving the dynamics typical problems.

Materials and methods. The review of the modern articles on the augmented reality usage for mathematics and physics learning is provided; the iOS applications usage in mathematics learning such as GeoGebraAR for second order surfaces learning; the game MultiplicationAR for the multiplication table studying in an fascinating way; VectorAR application for vectors, cross and dot products, Cartesian and skew coordinate systems learning and iOS apps for physics learning such as Physics-Lab for conducting of the experiments with electrical circuits connections in the augmented reality, astrophysics and electromagnetism learning; Galileo application for accompanying of the theoretical material in physics with experiments to demonstrate paradoxes in mechanics, gravitational slingshot etc.;

Arious application for students' acquaintance with famous physicists and their discoveries in the augmented reality are considered. The analysis of tools for lecturers that can be used for the augmented reality content creation, such as HP Reveal and web-application Augment is performed. It should be noted the high personal interests of lecturers for the augmented reality technology implementation.

Results. In the course of the work, the difficulties encountered by students in the study of mathematics and physics and possibilities of the augmented reality usage to overcome these difficulties are studied. A mobile application with the ability to receive graphical tips for solving dynamics problems that aimed at students with difficulties of forces and their projections understanding is developed. The methods for the mobile application are developed based on the basic classes of ARKit framework such as SCNNode, SCNBox, SCNPlane, SCNText, SCNGeometry, SCNGeometryElement, SCNShape, SCNMaterial etc. To conduct the experiments a pilot group of 14 random students

is created, 9 of which experienced difficulties in solving some types of dynamic problems. The results of the experiment show a positive attitude of students to use of the augmented reality. 7 of 9 students who had difficulties got the skills to solve typical dynamic problems.

Conclusion. Based on results of the research, we can conclude about the effectiveness of the augmented reality usage for studying of the abstract concepts in mathematics and physics. The developed mobile application with graphical tips in the augmented reality mode has improved the students' performance in the pilot group. The lecturers play an important role in the implementation of AR-technology

in the educational process. They help to maintain the student's interest to AR-technology throughout the lesson. The disadvantages of the augmented reality applications include their narrow focus on studying of specific process, phenomenon or concept. The results of research can be applied in the educational process for mathematics and physics learning in order to increase the motivation and interest of students.

Keywords: augmented reality, ARKit, electromagnetism, optics, dynamics, second order surfaces, innovation technology in education.

Введение

По данным исследований за 2015 год в Европе наблюдались низкие достижения обучающихся в области математического образования, гендерный дисбаланс при выборе профессий, связанных с точными науками, и недостаточный интерес к дисциплинам математического профиля [1, 2]. В 2018 году в Программе международной оценки учащихся PISA отмечалось, что большинство подростков испытывают беспокойство и напряженность на уроках математики [3]. Важной особенностью при изучении математики является эмоциональная составляющая и предыдущий положительный опыт [4]. На способность к изучению математики влияет отношение обучающегося к этой дисциплине, а не когнитивные навыки [5]. Тревожность обучающихся при изучении математики и, как следствие, низкая успеваемость по математическим дисциплинам могут иметь долгосрочные последствия и сказаться на выборе будущей профессии, когда обучающиеся всячески пытаются избежать посещения занятий и поступления в ВУЗ на те специальности, которые требуют знаний в области математики [6]. Следует заметить, что тревожность часто возникает из-за эмоционального и физического непринятия учебного материала, вызванного непониманием связи между изучаемым учебным материалом и его применимостью для познания реального мира, что приводит к отсутствию мотивации у обучающихся.

Невелировать тревожность, связанную с трудностями восприятия абстракций, при изучении математики, и увеличить понимание невидимых глазу сложных физических явлений реального мира может помочь позитивный опыт и рост мотивации обучающихся, поэтому *актуальной задачей исследования* является поиск инновационных технологий, применимых для изучения математики и физики и направленных на погружение в атмосферу решаемой задачи и увеличение вовлеченности обучающихся в учебный процесс. Одной из таких инновационных технологий в образовании является технология дополненной реальности (AR-технология). Дополненная реальность позволяет визуализировать математические объекты в реальном окружении, развивает пространственное мышление, способствует развитию реальной математики через установление связей между знакомыми, повседневными предметами в реальном окружении обучающегося и геометрическими объектами. Дополненная реальность широко применяется при изучении геометрии, однако не ограничивается простой визуализацией геометрических объектов, а создает среду для взаимодействия обучающегося с виртуальными объектами в реальном окружении. Технологию дополненной реальности, наряду с технологиями виртуальной и смешанной реальности, относят к «ключевым образовательным технологиям следующего десятилетия» [9].

Значительные трудности испытывают обучающиеся и при изучении физики, например, при решении задач, связанных с пониманием сил, действующих на тела. Проведение экспериментов часто требует наличия дорогостоящего или специфического оборудования, что затрудняет организацию демонстрационного материала на уроках физики. Кроме того, в физике изучается много невидимых глазу полей, например, электромагнитное поле. С помощью технологии дополненной реальности появляется возможность демонстрации пространства таких полей, что способствует увеличению качества воспринимаемого материала. Дополненная реальность создает атмосферу погружения в решение проблемы и в среду эксперимента. Отличием технологии дополненной реальности от виртуальной реальности является то, что она не изолирует обучающегося от реального мира, а расширяет его, дополняя полезным цифровым контентом [10]. Применению дополненной реальности в учебном процессе посвящены многочисленные обзоры. В работе [11] описываются возможности применения технологии дополненной реальности на уроках в школе на примере использования интерактивной раскраски в дополненной реальности Quiver для детей младшего школьного возраста; интеллектуальных игр («Карусель отличников»); квестов («Безопасность в большом городе») с элементами дополненной реальности и AR-симуляторов спортив-

ных игр (AR Basketball, AR Soccer). Исследованию перспектив применения технологии дополненной реальности в образовательной сфере высшей школы с выявлением позитивного отношения преподавателей Сибирского федерального университета к внедрению технологии дополненной реальности в учебном процессе, описанием проекта с дополненной реальностью “СФУ SCIENCE”, а также инновационных лабораторий и проектов с дополненной реальностью, которые появляются в ВУЗах Российской Федерации (лаборатория виртуальной реальности в Южном федеральном университете, VR-системы решения широкого круга прикладных задач в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, появление новых образовательных программ магистратуры для подготовки специалистов в сфере разработки приложений дополненной и виртуальной реальности в Дальневосточном федеральном университете и т.п.) посвящена статья [12]. Обзор по 105 статьям, посвященным исследованиям применения технологии дополненной реальности в процессе обучения физике, химии, биологии, медицине, инженерии представлен в [13]; положительные результаты применения технологии дополненной реальности в учебном процессе при изучении медицины, географии, химии, математики, физики, биологии, астрономии и истории описываются также в работе [14].

Целью работы является изучение современных достижений технологии дополненной реальности в процессе изучения математики и физики, а также разработка мобильного приложения, использующего технологию дополненной реальности в режиме вывода графических подсказок при решении задач динамики.

AR-технология при изучении математики

Широкое распространение технология дополненной реальности получила в связи с возможностью визуализировать учебный материал. Эффективность изучения геометрии влияет на качество подготовки будущих инженеров, архитекторов и невозможно без получения практических навыков.

При изучении стереометрии обучающимся часто сложно представить, что получается в сечении геометрического тела плоскостью. Технология дополненной реальности может быть использована для демонстрации таких кривых, как парабола, эллипс и гипербола, которые получаются в сечении при взаимодействии виртуальной плоскости с конусом. Для реализации такого учебного приложения были использованы шары Данделена в AR-среде, которые позволили продемонстрировать не только три главных типа конических сечений, но и такие трудно воспринимаемые обучающимися понятия, как фокус конического сечения и директриса [15]. Применение приложения SISEULER в учебном процессе позволяет обучающимся изучить теорему о выпуклых многогранниках. Используя карточки с маркерами, на которых изображено количество вершин, ребер и граней выпуклого многогранника, обучающийся в режиме дополненной реальности может увидеть выпуклый многогранник с соответствующей эйлеровой характеристикой [16]. Применение дополненной реальности позволяет обучающимся наблюдать, как изменение параметра влияет на изменение графика функции. Наблюдение за динамикой поведения функции в режиме дополненной реальности стимулирует обучающихся к выдвижению гипотез о причинах такого поведения,

постепенно переходя от геометрических представлений к алгебраическим преобразованиям [17].

Важнейшее значение для формирования первого позитивного опыта при изучении математики имеют игровые приложения на основе дополненной реальности для детей младшего школьного возраста. Такая игра, за счет наглядности, позволяет ученикам легче усваивать геометрическую терминологию, формировать геометрические представления и понимать свойства геометрических фигур и тел. Как показывают эксперименты, дети стали давать на 35% больше правильных ответов при узнавании геометрических фигур после использования игры с дополненной реальностью, чем без неё [18]. Взаимодействие с виртуальным персонажем при изучении математики в режиме дополненной реальности позволяет получить позитивный опыт за счет обратной связи и поддержки обучающегося с помощью подсказок, представленных в занимательной форме. В статье [19] описано мобильное приложения AR Math, позволяющее обучающимся устанавливать связи между предметами из окружения и геометрическими фигурами, а также их свойствами. Обучающийся может совершать виртуальные манипуляции с объектами и использовать транспортер в дополненной реальности. Приложение AR Math реализует следующие модули: 1) представление виртуальной и математической ситуации; 2) поиск конкретных предметов быта в реальном окружении и их распознавание на основе алгоритмов компьютерного зрения, 3) решение задачи обнаружения объектов и отнесения их к определенному классу; 4) интерактивное взаимодействие обучающихся с виртуальным персонажем, помогающим решить математическую задачу или записать

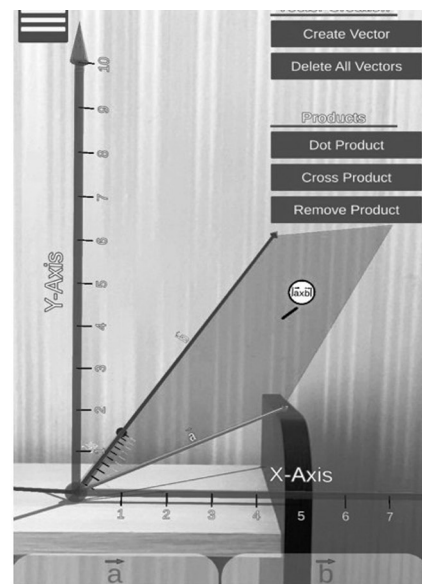
решение в виде математического выражения на основе понимания семантики (или сопоставить найденное решение одному из предложенных математических выражений). Реализация модулей AR Math основана на применении алгоритмов машинного обучения, включая, например, алгоритм k-средних для выделения кластеров объектов по цвету или форме. Наличие виртуального помощника, который вовлекает обучающихся в среду дополненной реальности с помощью «повествования» занимательной истории и постановки проблемы способствует изучению реальной математики.

Об эффективности восприятия учебного материала на основе дополненной реальности можно судить на основе эксперимента, описанного в [20]. На математической выставке были представлены экспонаты, снабженные табличками с описанием, а часть экспонатов сопровождалась AR-контентом. С помощью приложения HP Reveal были созданы интерактивные модели циклоиды, гиперболоида; представлена анимация экспоненциального роста на примере выкладывания зерен пшеницы на клетках шахматной доски и т. п. Участники эксперимента были разделены на две группы: те, кто использовал AR-контент при изучении экспонатов и те, кто не использовал. До посещения выставки участники двух экспериментальных групп ответили на вопросы анкеты типа: «Какой высоты должно быть зеркало, чтобы увидеть себя в полный рост?» и т. п. После посещения выставки участникам снова предложили ответить на вопросы этой анкеты. Результаты опроса показали, что уровень математических знаний повысился именно у той группы посетителей выставки, которые использовали AR-контент при изучении экспонатов.

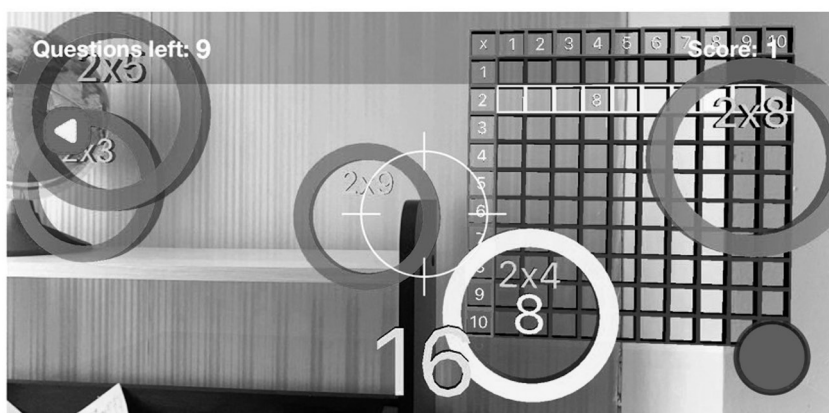
Применение тестов с элементами дополненной реаль-



Бутылка Клейна
в GeoGebra AR



Построение векторного произведения
двух векторов в Vector AR



Изучение таблицы умножения в приложении дополненной
реальности Multiplication table AR

Рис. 1. Мобильные приложения с дополненной реальностью для изучения математики

ности позволяет повысить эффективность дистанционного обучения. В случае, когда обучающийся испытывает затруднения при подготовке к тесту или выполняет тренировочные задания, он может посмотреть подсказку в режиме дополненной реальности и убедиться, что он выполняет задания верно или увидеть, в чем ошибается. Такие тренировочные тесты с использованием QR-кода для решения однотипных задач с разбором правильных решений в режиме дополненной реальности описаны в работе [1].

Рассмотрим некоторые мобильные приложения под iOS

с дополненной реальностью для изучения математики, представленные на рисунке 1. Мобильное приложение GeoGebra AR позволяет исследовать поверхности второго порядка, бутылку Клейна, винтовую лестницу в реальном окружении под разным углом, причем геометрический объект пользователь может разместить в любой части комнаты. В работе [21] описана полезность «математических» прогулок для развития пространственного мышления. На основе приложения GeoGebra во время прогулки при наведении гаджета на окружающие архи-

тектурные сооружения пользователь может видеть сопоставленные им математические объекты.

Приложение Multiplication AR позволяет детям дошкольного и младшего школьного возраста изучить таблицу умножения в игровой форме с использованием режима дополненной реальности. В реальном окружении дети видят различные примеры на умножение — мишени и прицел с готовым ответом. Необходимо выстрелить в мишень с примером, соответствующим заданному правильному ответу. Например, в мишенях расположены выражения: 2×8 , 2×2 , 2×6 , 2×10 , 2×1 , а прицелу соответствует число 20. Обучающемуся необходимо попасть в мишень с примером 2×10 . Приложение Vector AR предназначено для изучения прямоугольной и косоугольной систем координат, скалярного и векторного произведения векторов.

Исследование эффективности применения приложения AR Math для изучения геометрических тел и их объемов описано в [22]. Для проведения эксперимента было создано две группы обучающихся: экспериментальная группа из 32 человек, в которой использовалось приложение с дополненной реальностью, и контрольная группа из 31 человека, в которой изучение проводилось с помощью обычного видео-контента и компьютерных программ без использования AR-технологии. Для двух групп обучающихся сначала проводилось предварительное тестирование для выявления первоначального уровня знаний, а затем, после изучения учебного материала в группах, проводилось повторное тестирование с выявлением когнитивной полезности инструментов обучения. Результаты повторного тестирования продемонстрировали рост успеваемости и мотива-

ции у обучающихся экспериментальной группы.

AR-технология при изучении физики

Обучающиеся часто испытывают существенные затруднения при решении задач физики в связи с отсутствием наглядности и трудностями в понимании сути физических явлений. Без демонстрации на примерах студентам сложно понять теоретические модели, описывающие физические явления, и действие невидимых глаз сил и полей. Проведение экспериментов является фундаментальной основой для понимания сущности физических явлений и процессов. Обучающиеся лучше учатся, когда они не только изучают теоретические концепции, но и способны применять их на практике — продемонстрировать эксперимент и объяснить его результаты. Важным преимуществом AR при изучении физики является то, что студенты видят виртуальные объекты и себя во время опытов в реальном окружении, что создает восприятие реалистичности наблюдаемых опытов.

Одним из наиболее известных приложений, создающих трехмерную виртуальную среду для проведения экспериментов в процессе изучения основных законов механики, является PhysicsPlayground. Адаптеры отслеживают характеристики объектов в режиме реального времени и демонстрируют обучающемуся разложение абсолютной скорости на составляющие, а также помогают обучающимся понять действие сил, траектории движения и различные характеристики движения. Для эффективной работы с приложением необходимо наличие дорогостоящего оборудования, включающего дисплей с креплением, панель взаимодействия обучающегося с приложением и беспроводную ручку [23].

При проведении экспериментов с линзой обучающиеся испытывают трудности с пониманием фокусного расстояния. Улучшению понимания экспериментов с линзой способствует применение приложений с дополненной реальностью на основе маркерной технологии. Для проведения экспериментов использовались три типа маркеров: маркер для свечи, маркер для выпуклой линзы и маркер для флуоресцентного экрана. При наведении гаджета на маркеры на экране устройства появляются соответствующие им 3D-модели объектов. Перемещая маркер свечи на определенное расстояние от экрана и помещая между ними маркер линзы, который дает на экране четкое изображение свечи в двух положениях линзы, обучающиеся могут наблюдать за изменением фокусного расстояния линзы [24].

Рассмотрим эксперименты в режиме дополненной реальности при изучении электромагнитных полей. В исследовании [25] отмечаются трудности, которые испытывают обучающиеся, когда необходимо представить с помощью пространственного воображения, как магниты оказывают влияние друг на друга. Традиционным способом демонстрации силовых магнитных линий является размещение металлической стружки вокруг постоянного магнита. Недостатком такого подхода является попытка объяснения трехмерных понятий на плоскости. В среде Kinect на основе закона Био-Савара обучающиеся могут наблюдать за построением вектора индукции магнитного поля в дополненной реальности. Применение дополненной реальности способствовало повышению интереса обучающихся, запоминанию учебного материала на более длительное время и росту мотивации обучающихся для дальнейшего активного изучения учебного материала по физике с погру-

жением в эксперимент на основе AR-технологии [26]. В работе [27] отмечается, что среди 33 опрошенных обучающихся, использовавших приложение дополненной реальности для изучения магнитного поля, не было получено ни одного отрицательного отзыва и 32 обучающихся отметили улучшение понимания явления магнетизм за счет визуализации магнитных полей, возможности свободно перемещать виртуальные магниты в реальном окружении и наблюдать за изменением магнитного поля. В [28] демонстрируются примеры применения дополненной реальности при изучении электромагнетизма на основе: 1) моделирования катушки Гельмгольца, создающей классическую конфигурацию статических магнитных полей; 2) моделирования магнитного поля, излучаемого рупорной антенной.

Большую роль для получения практических навыков обучающихся в научных лабораториях имеет использование симуляторов различных устройств в дополненной реальности. Применение интерактивного симулятора в дополненной реальности, позволяющего обучающимся изменять направление и скорость вращения электродвигателя, дает возможность наблюдать за изменением силы магнитного поля, силы тока и анализировать значение силы Лоренца. Моделирование позволяет увидеть, как изменяется значение силы Лоренца, и улучшить понимание основных концепций за счет наблюдения за невидимыми глазу силами и полями [29].

На основе приложения AR Circuit и маркерной технологии обучающиеся могут изучать типы соединений элементов электрической цепи; опытным путем устанавливать рабочую схему из разных элементов-маркеров, обеспечивающую протекание электри-

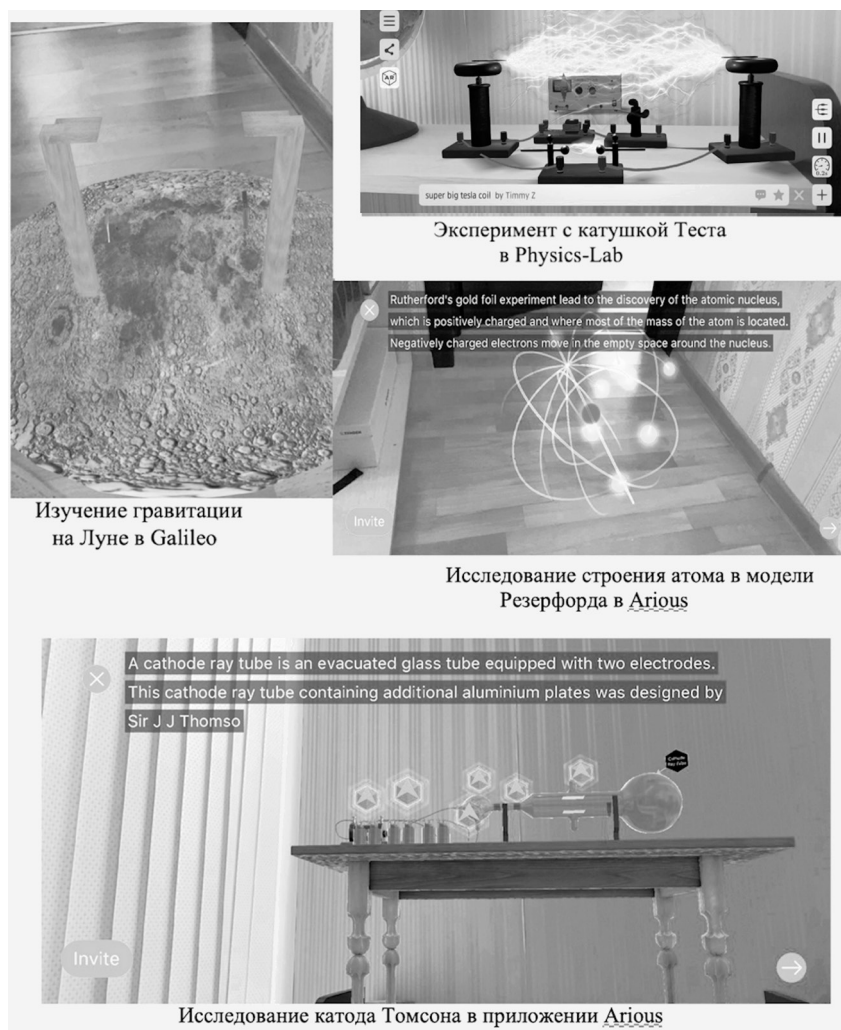


Рис.2. Мобильные приложения с дополненной реальностью для изучения физики

ческого тока, знакомиться с понятиями замкнутой и разомкнутой цепи [30, 31].

Большое значение для реалистичности восприятия экспериментов обучающимися в режиме дополненной реальности имеет использование симулятора физики объектов. На основе Microsoft Kinect v.2 был разработан симулятор для демонстрации деформаций, которые возникают при столкновениях и ударах 3D-моделей реальных объектов, сделанных из различных материалов. Обучающиеся могли наблюдать различия удара о стену водного шара, шара для боулинга и футбольного мяча [32].

Рассмотрим некоторые мобильные приложения под iOS с дополненной реальностью для изучения физики,

представленные на рисунке 2. Приложение Physics-Lab предназначено для изучения соединений электрической цепи, астрофизики и электромагнетизма. В режиме дополненной реальности обучающиеся могут наблюдать, как за готовыми экспериментами с катушкой Тесла, соленоидом, реостатом со скользящим контактом, мультиметром, зуммером, триггером Шмитта и т.п., так и проводить собственные эксперименты с построением цепи с помощью различных элементов. Обучающиеся могут посмотреть эксперименты, проведенные другими пользователями этого приложения или друзьями, обсудить результаты экспериментов в чате. С приложением Galileo обучающиеся могут в занима-

тельной форме познакомиться с парадоксами в механике, ускорителями заряженных частиц, гравитационными волнами, гравитационной рогаткой, магнитными полями, скоростью света и маятником Фуко. Например, обучающиеся в дополненной реальности могут видеть поверхность Луны, наблюдать за падением двух тел с различной массой и делать выводы о величине ускорения. Приложение Arious позволяет не только познакомиться с изобретениями великих ученых, в частности, физиков, но и взаимодействовать с изобретенными ими устройствами и моделями. В приложении доступна модель атома Нильса Бора, открытие электрона Томсоном и открытие ядра Резерфордом. Например, в режиме дополненной реальности обучающийся может увидеть катод Томсона и, прикасаясь к маркерам, исследовать работу устройства, по принципу которого были сконструированы электронно-лучевые трубки телевизоров.

В процессе исследования обучающие отметили, что дополненная реальность интереснее, чем обучающий контент в книгах или видео-контент. Однако для полного погружения в эксперимент и создания реалистичности физических экспериментов требуется использование дополнительных дорогостоящих устройств таких, например, как Microsoft HoloLens V2, что можно отнести к недостаткам некоторых приложений с дополненной реальностью [32].

Разработка мобильного AR-приложения с графическими подсказками для решения типовых задач динамики

Разработаем мобильное приложение, которое в режиме дополненной реальности будет выводить подсказки для решения задач динамики. Для разработки дидактического

прототипа AR-приложения необходимо: 1) выявить учебный материал, который необходимо сопровождать AR-контентом; 2) определить необходимые ресурсы; 3) разработать дизайн дидактического прототипа; 4) выбрать пилотную группу для тестирования прототипа; 5) осуществить анализ эффективности дидактического прототипа [33].

Перед разработкой приложения была случайным образом выбрана группа из 14 обучающихся — пилотная группа. Мы провели опрос среди участников пилотной группы и выяснили, что наибольшие трудности при решении задач динамики у 9 респондентов вызывает понимание того, ка-

кие силы действуют на тело, как они направлены и как записать действие сил в проекциях на оси координат, при этом 100% обучающихся прежде не использовали приложения с дополненной реальностью в процессе обучения.

Для создания мобильного приложения с графической подсказкой в режиме дополненной реальности была использована библиотека ARKit. Для реализации графической подсказки на языке Swift были написаны методы `createPlaneNode`, `createBoxNode`, `createVectorNode`, `createTextNode` на основе создания объектов базовых классов `SCNNode`, `SCNBox`, `SCNPlane`, `SCNText`, `SCNGeometry`,

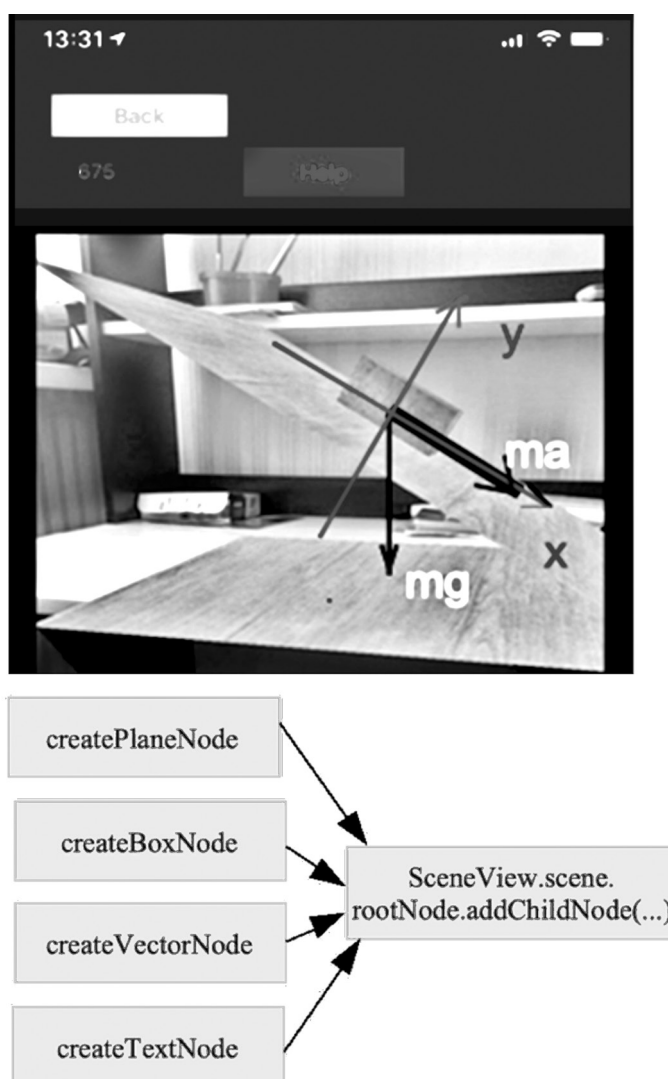


Рис.3. Мобильное приложение для решения задач динамики с графическими подсказками в режиме дополненной реальности

SCNGeometryElement, SCNShape, SCNMaterial и объект конфигурации класса ARWorldTrackingConfiguration для создания AR-сессии. Все объекты графической подсказки были добавлены в сцену с помощью метода sceneView.scene.rootNode.addChildNode, где sceneView — объект класса ARSCNView. Работа приложения представлена на рисунке 3 слева, а основные методы для реализации графической подсказки — справа.

Применение приложения с графической подсказкой позволило обучающимся приобрести навык решения задач динамики определенного типа. Так, 7 из 9 обучающихся, испытывающих трудности в построении проекций сил при записи дифференциального уравнения, после применения графических подсказок в режиме дополненной реальности справились с решением задач такого же типа на модульном контроле без использования мобильного приложения. Несмотря на демонстрацию эффективности применения AR-приложения, следует отнести к недостаткам узкую направленность такого учебного приложения.

Для преподавателей существуют различные среды для добавления 3D-моделей и иного контента в дополненную реальность. Наиболее популярным является приложение HP Reveal (<https://www.hpreveal.com>), которое позволяет легко добавлять обучающий контент к любой задаче из учебника и не требует знания языков программирования. Достаточно записать видео с разбором решения задачи или доказа-

тельством утверждения и «наложить» ауру из этого контента на картинку из учебника. С помощью аур, созданных в HP Reveal на основе видео-роликов, можно пояснить обучающимся суть эксперимента, который они должны выполнить, или визуализировать задания к лабораторным работам [34]. Еще одной удобной средой для учителей является web-приложение Augment (<http://www.augment.com>), с помощью которого можно отобразить 3D-модель в дополненной реальности. Для этого надо добавить модель из web-приложения и поделиться с обучающимися ссылкой на автоматически созданный QR-код.

Заключение

Использование инструментов новых образовательных технологий в преподавании математики и физики делает процесс обучения более интерактивным и интересным, повышает мотивацию и достижения обучающихся в области математических дисциплин, позволяют установить связь между полученными математическими знаниями и физическими явлениями окружающего мира. Разработка мобильного приложения с графическими подсказками на основе фреймверка ARKit, направленного на оказание помощи обучающимся при решении задач динамики определенного типа, и его применение на практических занятиях в Крымском федеральном университете имени В.И. Вернадского, позволили выработать у обучающихся навык решения задач динамики. Несмотря на

эффективность применения приложений дополненной реальности в учебном процессе, требуются дальнейшие исследования по изучению их влияния на успеваемость, а также разработка педагогических методик, направленных на дальнейшее внедрение этой технологии в учебный процесс. Важно отметить, что ключевую роль во внедрении инновационных технологий в учебный процесс и поддержании заинтересованности у обучающихся к этим технологиям играет именно учитель [35]. Исследование мнений 20 учителей с различным опытом и специализацией из Северо-Западной Греции продемонстрировало высокий уровень личной заинтересованности учителей в изучении новой технологии, но препятствиями являются такие факторы, как нехватка времени; ограничения, связанные с учебным планом; отсутствие опыта по созданию 3D-моделей и финансовые затраты, связанные с прохождением курсов для повышения квалификации в области создания элементов дополненной реальности [36].

Таким образом, дополненная реальность способна погрузить обучающегося в среду взаимодействия с геометрическими фигурами и телами или в среду реального физического эксперимента и повысить мотивацию и заинтересованность, но при этом важно понимать, что технология дополненной реальности направлена на координацию совместных усилий преподавателя и обучающегося по усвоению сложных математических абстракций в ходе проведения экспериментов.

Литература

1. Figueiredo M. Teaching Mathematics with Augmented Reality // 12th International conference on technology in mathematics teaching. 2015. Vol. 183.
2. Kuhn J., Nussbaumer A., Pirker J., Karatzas D., Pagani A., Conlan O., Memmel M., Christina M. Steiner, Gutl C., Albert D., Dengel A.

Advancing Physics Learning Through Traversing a Multi-Modal Experimentation Space // Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Environments. 2015. P. 373–380. DOI: 10.3233/978-1-61499-530-2-373.

3. Luttenberger S., Wimmer S., Paechter M. Spotlight on math anxiety // Psychology Research

- and Behavior Management. 2018. Vol. 11. P. 311–322. DOI: 10.2147/PRBM.S141421.
4. Garcia-Santillán A., Escalera-Chávez M., Moreno-Garcia E., Santana-Villegas J. Factors that Explains Student Anxiety toward Mathematics // Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education. 2015. Vol. 12(2). P. 361–372. DOI: 10.12973/eurasia.2016.1216a.
5. Jackson, E. Mathematics anxiety in student teachers [Электрон.ресурс] // Practitioner Research in Higher Education. 2008. Vol. 2(1). P. 36–42. Режим доступа: <http://insight.cumbria.ac.uk/91/>
6. Ashcraft M., Krause J. Working memory, math performance, and math anxiety // Psychonomic Bulletin & Review. 2007. Vol. 14 (2). P. 243–248. DOI: 10.3758/BF03194059.
7. Bishop A. Review of research on visualization in mathematics education // Focus on Learning Problems in Mathematics. 1989. 11 (1). P. 7–16.
8. Serin H., Oz Yu. Technology-integrated Mathematics Education at the Secondary School Level // International Journal of Social Sciences & Educational Studies. 2017. Vol.3. No. 4. P. 148–155. DOI: 10.5296/ijld.v7i4.12082
9. Becker S.A., Brown M., Dahlstrom E., Davis A., DePaul K., Diaz V., Pomerantz J. NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition. EDUCAUSE: Louisville, KY, USA, 2018. ISBN: 978-1-933046-01-3.
10. Kounavis C.D., Kasimati A.E., Zamani E.D. Enhancing the Tourism Experience through Mobile Augmented Reality: Challenges and Prospects. Int. J. Eng. Bus. Manag. 2012. No. 4. P. 1–6. DOI: 10.5772/51644.
11. Григорьева Т.И., Потапов А.А., Пронина О.И. Дополненная реальность в образовании // Материалы Международной Интернет-конференции «Виртуальная реальность современного образования». VRME 2018. (8–11 октября, Москва.) 2018. С.34–39.
12. Набокова Л.С., Загидуллина Ф.Р. Перспективы внедрения технологий дополненной и виртуальной реальности в сферу образовательного процесса высшей школы // Профессиональное образование в современном мире. 2019. Т. 9. № 2. С. 2710–2719. DOI: 10.15372/PEMW20190208.
13. Sirakaya M, Sirakaya D.A. Trends in Educational Augmented Reality Studies: A Systematic Review // Malaysian Online Journal of Educational Technology. 2018. Vol. 6. Iss. 2. P. 60–74. DOI: 10.17220/mojet.2018.04.005.
14. Saidin N.F., Abd halim N.D., Yahaya N. A Review of Research on Augmented Reality in Education: Advantages and Applications // International Education Studies. 2015. Vol. 8(13). 8 p. DOI: 10.5539/ies.v8n13p1.
15. Norma Patricia Salinas Martinez, Ricardo Pulido Understanding the Conics through Augmented Reality // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2017. DOI: 10.12973/eurasia.2017.00620a
16. Lemos B. M. SISEULER: Um software para apoio ao ensino da Relação de Euler. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) Vassouras: Universidade Severino Sombra. 2011. 147 p.
17. Salinas P., Gonzalez-Mendivil E. Augmented Reality and Solids of Revolution // International Journal for Interactive Design and Manufacturing. 2017. Vol. 11. P. 829–837. DOI: 10.1007/s12008-017-0390-3.
18. Leitao R., Joao M.F. Rodrigues, Aderito Fernandes Marques Mobile Learning: Benefits of Augmented Reality in Geometry Teaching // Enhancing Art, Culture and Design With Technological Integration. 2018. Chapter 12. DOI: 10.4018/978-1-5225-5023-5.ch012
19. Kang S., Shokeen E., Byrne V.L., Norooz L., Bonsignore E., Williams-Pierce C., Joe E. Froehlich ARMath: Augmenting Everyday Life with Math Learning. 2019. DOI: 10.1145/3313831.3376252.
20. Sommerauer P., Müller O. Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition, Computers & Education. 2014. DOI: 10.1016/j.compedu.2014.07.013.
21. Martinez-Sevilla Alvaro, Urena Carlos, Recio Tomas. Augmented Reality, Maths Walks and GeoGebra // Extended Abstract for a contributed talk at CAGDME. 2018. 5 p.
22. Wen-Hung Chao, Ron-Chi Chang. Using Augmented Reality to Enhance and Engage Students in Learning Mathematics // Advances in Social Sciences Research Journal. 2018. Vol. 5(12). P. 455–464. DOI: 10.14738/assrj.512.5900.
23. Kaufmann H., Meyer B. Simulating Educational Physical Experiments in Augmented Reality // Proceedings of ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Educators Program, ACM Press, New York. USA: NY, 2008. 8 p.
24. Su Cai, Feng-Kuang Chiang, Xu Wang Using the Augmented Reality 3D Technique for a Convex Imaging Experiment in a Physics Course // International Journal of Engineering Education. 2013. Vol.29. No. 4. P. 856–865.
25. Marcus van Bergen Visualizing Magnetic Fields in Augmented Reality // Bachelor Informatica. University of Amsterdam. 2018. 35 p.
26. Su Cai, Feng-Kuang Chiang, Yuchen Sun, Chenglong Lin, Joey J. Lee Applications of Augmented Reality-Based Natural Interactive Learning in Magnetic Field Instruction // Interactive Learning Environment. 2017. Vol.25. No.6. P. 778–791. DOI: 10.1080/10494820.2016.1181094.
27. S. da Hora Macedo, E. dos Santos Leite, F. Arantes Fernandes Teaching the Magnetic field of a Bar-shaped Magnet using Augmented Reality // International Journal on New Trends in Education and Their Implications. 2014. Vol. 5 (1). P. 145–156.

28. A. Buchau, W. M. Rucker Augmented Reality in Teaching of electrodynamics // COMPEL International Journal of Computations and Mathematics in Electrical. 2009. P. 948–963. DOI: 10.1108/03321640910959026.
29. Barki F., Sumardani D., Mulyati D. The 3D simulation of Lorentz Force based on Augmented Reality Technology // 4th Annual Applied Science and Engineering Conference, Journal of Physics: Conference Series, 1402 066038. 2019. 7 p.
30. Jian Gu, Nai Li, Henry Been-Lirn Duh A Remote Mobile Collaborative AR System for Learning in Physics // IEEE Virtual Reality (19–23 March, Singapore). 2011. DOI: 10.1109/VR.2011.5759496.
31. Kuhn Jochen, Nussbaumer Alexander, Johanna Pirker, Dimosthenis Karatzas, Pagani Alain, Conlan Owen, Memmel Martin, Steiner Christina M., Gutl Christian, Albert Dietrich, Dengel Andreas. Advancing Physics Learning Through Traversing a Multi-Modal Experimentation Space // Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Environments. 2015. P. 373–380. DOI: 10.3233/978-1-61499-530-2-373.
32. Nak-Jun Sung, Jun Ma, Yoo-Joo Choi, Min Hong Real-Time Augmented Reality Physics Simulator for Education // Applied Sciences. 2019. Sergio Vol. 9. P. 4019. <https://doi.org/10.3390/app9194019>.
33. Salinas Patricia, Gonzalez-Mendivil Eduardo, Quintero Eliud, Rios Horacio, Ramirez Hector, Morales Sergio. The Development of a Didactic Prototype for the Learning of Mathematics Through Augmented Reality // Procedia Computer Science. 2003. 25. P. 62–70. DOI: 10.1016/j.procs.2013.11.008.
34. Yechkalo Y., Tkachuk V., Hrunтова T., Brovko D., Tron V. Augmented Reality in Training Engineering Students: Teaching Methods // ICTERI 2019: ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer : Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. (June 12–15). Volume II: Workshops. Kherson, Ukraine. 2019. P. 952–959.
35. Drijvers Paul. Digital Technology in Mathematics Education: Why It Works (or Doesn't) // Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education. Springer, Cham. 2015. 20 p. DOI: 10.1007/978-3-319-17187-6_8.
36. Tzima Stavroula, Styliaras Georgios, Bassounas Athanasios. Augmented Reality Applications in Education: Teachers Point of View // Education Sciences. 2019. Vol. 9(99). P. 18. DOI: 10.3390/educsci9020099.

References

1. Figueiredo M. Teaching Mathematics with Augmented Reality. 12th International conference on technology in mathematics teaching. 2015: 183.
2. Kuhn J., Nussbaumer A., Pirker J., Karatzas D., Pagani A., Conlan O., Memmel M., Christina M. Steiner, Gutl C., Albert D., Dengel A. Advancing Physics Learning Through Traversing a Multi-Modal Experimentation Space. Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Environments. 2015: 373–380. DOI: 10.3233/978-1-61499-530-2-373.
3. Luttenberger S., Wimmer S., Paechter M. Spotlight on math anxiety. Psychology Research and Behavior Management. 2018; 11: 311–322. DOI: 10.2147/PRBM.S141421.
4. García-Santillán A., Escalera-Chávez M., Moreno-García E., Santana-Villegas J. Factors that Explains Student Anxiety toward Mathematics. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education. 2015; 12(2): 361–372. DOI: 10.12973/eurasia.2016.1216a.
5. Jackson, E. Mathematics anxiety in student teachers [Internet]. Practitioner Research in Higher Education. 2008; 2(1): 36–42. Available from: <http://insight.cumbria.ac.uk/91/>
6. Ashcraft M., Krause J. Working memory, math performance, and math anxiety. Psychonomic Bulletin & Review. 2007; 14 (2): 243–248. DOI: 10.3758/BF03194059.
7. Bishop A. Review of research on visualization in mathematics education. Focus on Learning Problems in Mathematics. 1989. 11 (1): 7–16.
8. Serin H., Oz Yu. Technology-integrated Mathematics Education at the Secondary School Level. International Journal of Social Sciences & Educational Studies. 2017; 3; 4: 148–155. DOI: 10.5296/ijld.v7i4.12082
9. Becker S.A., Brown M., Dahlstrom E., Davis A., DePaul K., Diaz V., Pomerantz J. NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition. EDUCAUSE: Louisville, KY, USA, 2018. ISBN: 978-1-933046-01-3.
10. Kounavis C.D., Kasimati A.E., Zamani E.D. Enhancing the Tourism Experience through Mobile Augmented Reality: Challenges and Prospects. Int. J. Eng. Bus. Manag. 2012; 4: 1–6. DOI: 10.5772/51644.
11. Grigor'yeva T.I., Potapov A.A., Pronina O.I. Augmented reality in education. Materialy Mezhdunarodnoy Internet-konferentsii "Virtual'naya real'nost' sovremennogo obrazovaniya. VRME 2018 = Materials of the International Internet conference "Virtual reality of modern education. VRME 2018. (October 8–11, Moscow). 2018: 34–39. (In Russ.)
12. Nabokova L.S., Zagidullina F.R. Prospects for the implementation of augmented and virtual reality technologies in the sphere of the educational process of higher education. Professional'noye obrazovaniye v sovremennom mire = Vocational

- education in the modern world. 2019; 9; 2: 2710-2719. DOI: 10.15372/PEMW20190208. (In Russ.)
13. Sirakaya M, Sirakaya D. A. Trends in Educational Augmented Reality Studies: A Systematic Review. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*. 2018; 6; 2: 60-74. DOI: 10.17220/mojet.2018.04.005.
14. Saidin N.F., Abd halim N.D., Yahaya N. A Review of Research on Augmented Reality in Education: Advantages and Applications. *International Education Studies*. 2015; 8(13): 8. DOI: 10.5539/ies.v8n13p1.
15. Norma Patricia Salinas Martinez, Ricardo Pulido Understanding the Conics through Augmented Reality. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2017. DOI: 10.12973/eurasia.2017.00620a
16. Lemos B. M. SISEULER: Um software para apoio ao ensino da Relação de Euler. *Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática)* Vassouras: Universidade Severino Sombra. 2011. 147 p.
17. Salinas P., Gonzalez-Mendivil E. Augmented Reality and Solids of Revolution. *International Journal for Interactive Design and Manufacturing*. 2017; 11: 829-837. DOI: 10.1007/s12008-017-0390-3.
18. Leitao R., Joao M.F. Rodrigues, Aderito Fernandes Marques Mobile Learning: Benefits of Augmented Reality in Geometry Teaching. *Cenhancing Art, Culture and Design With Technological Integration*. 2018. Chapter 12. DOI: 10.4018/978-1-5225-5023-5.ch012
19. Kang S., Shokeen E., Byrne V.L., Norooz L., Bonsignore E., Williams-Pierce C., Joe E. Froehlich ARMath: Augmenting Everyday Life with Math Learning. 2019. DOI: 10.1145/3313831.3376252.
20. Sommerauer P., Müller O. Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition, *Computers & Education*. 2014. DOI: 10.1016/j.compedu.2014.07.013.
21. Martinez-Sevilla Alvaro, Urena Carlos, Recio Tomas. Augmented Reality, Maths Walks and GeoGebra. *Extended Abstract for a contributed talk at CAGDME*. 2018. 5 p.
22. Wen-Hung Chao, Ron-Chi Chang. Using Augmented Reality to Enhance and Engage Students in Learning Mathematics. *Advances in Social Sciences Research Journal*. 2018; 5(12): 455-464. DOI: 10.14738/assrj.512.5900.
23. Kaufmann H., Meyer B. Simulating Educational Physical Experiments in Augmented Reality. *Proceedings of ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Educators Program*, ACM Press, New York. USA: NY, 2008. 8 p.
24. Su Cai, Feng-Kuang Chiang, Xu Wang Using the Augmented Reality 3D Technique for a Convex Imaging Experiment in a Physics Course. *International Journal of Engineering Education*. 2013; 29; 4: 856-865.
25. Marcus van Bergen Visualizing Magnetic Fields in Augmented Reality. *Bachelor Informatica*. University of Amsterdam. 2018. 35 p.
26. Su Cai, Feng-Kuang Chiang, Yuchen Sun, Chenglong Lin, Joey J. Lee Applications of Augmented Reality-Based Natural Interactive Learning in Magnetic Field Instruction. *Interactive Learning Environment*. 2017; 25; 6: 778-791. DOI: 10.1080/10494820.2016.1181094.
27. S. da Hora Macedo, E. dos Santos Leite, F. Arantes Fernandes Teaching the Magnetic field of a Bar-shaped Magnet using Augmented Reality. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*. 2014; 5 (1):145-156.
28. A Buchau, W. M. Rucker Augmented Reality in Teaching of electrodynamics. *COMPEL International Journal of Computations and Mathematics in Electrical*. 2009: 948-963. DOI: 10.1108/03321640910959026.
29. Barki F., Sumardani D., Mulyati D. The 3D simulation of Lorentz Force based on Augmented Reality Technology. *4th Annual Applied Science and Engineerong Conference, Journal of Physics: Conference Series*, 1402 066038. 2019. 7 p.
30. Jian Gu, Nai Li, Henry Been-Lirn Duh A Remote Mobile Collaborative AR System for Learning in Physics. *IEEE Virtual Reality (19-23 March, Singapore)*. 2011. DOI: 10.1109/VR.2011.5759496.
31. Kuhn Jochen, Nussbaumer Alexander, Johanna Pirker, Dimosthenis Karatzas, Pagani Alain, Conlan Owen, Memmel Martin, Steiner Christina M., Gutl Christian, Albert Dietrich, Dengel Andreas. Advancing Physics Learning Through Traversing a Multi-Modal Experimentation Space. *Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Environments*. 2015: 373-380. DOI: 10.3233/978-1-61499-530-2-373.
32. Nak-Jun Sung, Jun Ma, Yoo-Joo Choi, Min Hong Real-Time Augmented Reality Physics Simulator for Education. *Applied Sciences*. 2019; 9: 4019. <https://doi.org/10.3390/app9194019>.
33. Salinas Patricia, Gonzalez-Mendivil Eduardo, Quintero Eliud, Rios Horacio, Ramirez Hector, Morales Sergio. The Development of a Didactic Prototype for the Learning of Mathematics Through Augmented Reality. *Procedia Computer Science*. 2003; 25: 62-70. DOI: 10.1016/j.procs.2013.11.008.
34. Yechkalo Y., Tkachuk V., Hrunтова T., Brovko D., Tron V. Augmented Reality in Training Engineering Students: Teaching Methods. *ICTERI 2019: ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer: Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. (June 12-15). Volume II: Workshops. Kherson, Ukraine. 2019: 952-959.
35. Drijvers Paul. Digital Technology in

Mathematics Education: Why It Works (or Doesn't). Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education. Springer, Cham. 2015. 20 p. DOI: 10.1007/978-3-319-17187-6_8.

36. Tzima Stavroula, Styliaras Georgios, Bassounas Athanasios. Augmented Reality Applications in Education: Teachers Point of View. Education Sciences. 2019; 9(99): 18. DOI: 10.3390/educsci9020099.

Сведения об авторе

Юлия Юрьевна Дюlicheva

К.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры прикладной математики

Крымский федеральный университет

имени В.И. Вернадского

Симферополь, Россия

Эл. почта: dyulicheva_yu@mail.ru

Information about the author

Yulia Yu. Dyulicheva

Cand. Sci. (Computer Science), Associate Professor, Associate Professor, Department of Applied

Mathematics

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,

Simferopol, Russia

E-mail: dyulicheva_yu@mail.ru

Дистанционные образовательные технологии как современное средство реализации активных и интерактивных методов обучения при организации самостоятельной работы студентов

Цель исследования. В настоящее время вопросы информатизации образования и использования информационных технологий в учебном процессе получают новое развитие. При этом качественная подготовка будущих учителей возможна только при использовании в процессе их обучения инновационных методов, отражающих современные, построенные на деятельностной основе, подходы к организации образовательного процесса, формам учебной работы, а также способам оценивания. В связи с чем целью исследования явилось нахождение одного из решений проблемы организации самостоятельной работы студентов педагогического института с применением активных и интерактивных технологий обучения внутри информационно-образовательной среды вуза, а также апробация выявленных инновационных методов с использованием дистанционных образовательных технологий.

Материалы и методы. Для разрешения обозначенной проблемы авторами статьи был проведен анализ педагогической литературы, практического опыта организации обучения студентов, а также самоанализ применения дистанционных образовательных технологий в процессе обучения бакалавров по направлению подготовки «Педагогическое образование», с последующим обобщением и систематизацией выявленных особенностей. Проведенное исследование дало возможность выделить три направления учебно-информационного взаимодействия в рамках организации и сопровождения самостоятельной работы студентов, а именно: облачные технологии, социальные сети и дистанционные образовательные технологии, а также выявить сильные и слабые стороны каждого из направлений. При этом определить, что наибольшим количеством преимуществ обладает применение дистанционных образовательных технологий. Анкетирование 216 студентов первых-пятых курсов Ставропольского государственного педагогического института позволило установить отношение и готовность студентов

к использованию дистанционных образовательных технологий, определить конкретные методы (а именно метод проектов и кейс-метод), в дальнейшем апробированные нами в процессе подготовки бакалавров с использованием системы дистанционного обучения вуза, реализованной на базе LMS Moodle.

Результаты. Реализация метода проектов на основе использования дистанционных образовательных технологий позволила организовать комплексный процесс проектной работы студентов, способствующий проявлению у них самостоятельности в планировании, организации и контроле своей учебно-познавательной деятельности. Для реализации метода проектов были использованы и описаны возможности таких элементов LMS Moodle как: «Hot Question», «Checklist», «Форум» или «Чат», «Groupself-selection», «Семинар». Сделан вывод, что инструментов системы Moodle достаточно для обеспечения полноценной внеаудиторной работы студентов над проектом и оценки результативности такой работы. Для организации выполнения студентами кейс-заданий LMS Moodle также является удобным средством. В качестве инструмента, содержащего материалы кейса и реализующего автоматическую или полуавтоматическую проверку его решения, были раскрыты и апробированы такие элементы Moodle как: «Задание», «Лекция», «Анкета», «Форум».

Заключение. Каждое из представленных направлений реализации активных и интерактивных методов обучения с использованием дистанционных образовательных технологий имеет собственные дидактические и методические преимущества. Выбор того или иного способа, либо их интеграция зависит от целей и задач, стоящих перед конкретным преподавателем.

Ключевые слова: дистанционные образовательные технологии, цифровая образовательная среда, информационные технологии, активные методы, интерактивные методы, педагогическое образование, бакалавр.

Victoria V. Maliataki, Ksenia A. Kirichek, Alla A. Vendina

Stavropol State Pedagogical Institute, Stavropol, Russia

Distance Learning Technologies as a Modern Resource of Implementing Active and Interactive Methods of Education for the Organization of Independent Work of Students

Purpose of the study. Currently, the issues of informatization of education and the use of information technologies in the educational process are receiving new development. At the same time, high-quality training of future lecturers is possible only if innovative methods are used in the process of their training, reflecting modern, activity-based approaches to the organization of the educational process, forms of educational work, and also assessment methods. In this connection,

the aim of the study was to find one of the solutions to the organization of independent work of students of a pedagogical institute using active and interactive learning technologies within the educational information environment of the university, as well as testing the identified innovative methods using distance learning technologies.

Materials and methods. To resolve this problem, the authors of the article carried out the analysis of pedagogical literature, practical

experience in organizing student learning, as well as self-analysis of the use of distance learning technologies in the process of teaching bachelors in the direction of preparation "Pedagogical Education", followed by a generalization and systematization of the identified features. The study made it possible to distinguish three areas of educational and informational interaction within the framework of organizing and supporting students' independent work, namely, cloud technologies, social networks and distance learning technologies, as well as identify the strengths and weaknesses of each of the areas. At the same time, it is determined that the use of distance educational technologies has the greatest number of advantages. A questionnaire of 216 first-to-fifth year students of the Stavropol State Pedagogical Institute made it possible to establish the attitude and readiness of students to use distance learning technologies, to identify specific methods (namely, the project method and case method), which were later tested by us in the process of preparing bachelors using the distance learning system of the University, implemented on the basis of LMS Moodle.

Results. The implementation of the project method based on the use of distance educational technologies allowed us to organize a comprehensive process of students' project work, which contributes to

the manifestation of their independence in the planning, organization and control of their educational and cognitive activities. To implement the project method, the capabilities of such LMS Moodle elements were used and described as: "Hot Question", "Checklist", "Forum" or "Chat", "Groupself-selection", "Seminar". It is concluded that the tools of the Moodle system are enough to ensure full-fledged extracurricular work of students on the project and evaluate the effectiveness of such work. LMS Moodle is also a convenient tool for organizing students to complete case studies. As a tool containing case materials and implementing an automatic or semi-automatic check of its solution, such Moodle elements as: "Task", "Lecture", "Questionnaire", "Forum" were revealed and tested.

Conclusion. Each of the presented directions for the implementation of active and interactive teaching methods using distance educational technologies has its own didactic and methodological advantages. The choice of this or that method or their integration depends on the goals and objectives facing a particular lecturer.

Keywords: distance learning technologies, digital educational environment, information technology, active methods, interactive methods, pedagogical education, bachelor.

Введение

Современные стандарты высшего образования изменили парадигму подготовки будущих специалистов, акцентировав внимание на компетентностном подходе и практико-ориентированной направленности образовательного процесса. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 44.03.01 (44.03.05) Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) предъявляет широкий спектр требований к выпускнику педагогического вуза. По окончании обучения бакалавр должен обладать не только набором знаний и умений в предметной области, но и, прежде всего, личностными качествами педагога, а также опытом практической деятельности. В связи с чем качественная подготовка будущих учителей возможна только при использовании в процессе их обучения инновационных методов, отражающих современные, построенные на деятельностной основе, подходы к организации образовательного процесса, формам учебной работы, а также способам оценивания.

На наш взгляд среди методов, позволяющих реализовать

отвечающую запросам современной школы подготовку студентов педагогического направления, а также продемонстрировать будущим учителям методические особенности учебного процесса, соответствующие требованиям времени [1, 2], большой эффективностью и результативностью обладают интерактивные методы, такие как метод критического мышления, методы проблемного обучения, проектный метод и кейс-метод [3].

Вместе с тем, нужно отметить, что такие методы зачастую требуют от преподавателей достаточно большого количества времени на разработку занятий, а также на обеспечение дифференциации и индивидуализации процесса обучения. Одним из вариантов, позволяющим снизить указанные сложности, является использование представленных методов в самостоятельной работе студентов. Возникающие в этом случае вопросы организации как индивидуальной, так и групповой работы студентов, размещения заданий и материалов к ним, проверки выполненных заданий, коммуникации и совместной деятельности участников образовательного процесса, на наш взгляд, достаточно успешно можно решить при использовании информационных технологий.

В настоящее время вопросы информатизации образования и использования информационных технологий в учебном процессе получают новое развитие в связи с указом Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» и утвержденным 25.10.2016 г. № 9 приоритетным проектом «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации». Важность использования информационных технологий подчеркивается и во ФГОС ВО, в которых отмечается, что «каждый обучающийся в течение всего периода обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к ... электронной информационно-образовательной среде организации». Вслед за Н.Б. Сэкулич [4] и в силу всего выше перечисленного отметим объективную необходимость реализации принципа интерактивности в электронной информационно-образовательной среде учебного заведения. Таким образом, проблема организации самостоятельной работы студентов с применением активных и интерактивных технологий обучения внутри информационно-образовательной среды вуза [5] явля-

ется актуальной и заслуживает отдельного изучения и разработки. В связи с чем задачей данного исследования явился поиск эффективных активных и интерактивных технологий обучения, описание инструментов их использования для организации самостоятельной работы студентов педагогического института с применением внутри информационно-образовательной среды вуза, а также апробация выявленных инновационных методов с использованием дистанционных образовательных технологий.

С целью разрешения описанной проблемы и решения поставленной задачи нами был проведен анализ педагогической литературы, практического опыта коллег, а также самоанализ применения дистанционных образовательных технологий в процессе подготовки бакалавров, с последующим обобщением и систематизацией выявленных особенностей, а также анкетирование студентов.

Вопрос повышения качества подготовки специалистов, в частности педагогических кадров, актуален во все времена. По мнению С.А. Жданова, С.Д. Каракозова, В.Г. Маняхиной современное решение этой проблемы заключается в сочетании традиционных методов очного обучения с электронным обучением и дистанционными образовательными технологиями, или смешанном обучении [6]. Л.А. Балан, А.В. Брайков отмечают положительные стороны дистанционных курсов, к числу которых относят то, что необходимые для изучения и подготовки к итоговому контролю материалы находятся в свободном доступе для зарегистрированных студентов; обучающиеся имеют возможность самостоятельного изучения и проверки уровня усвоенных знаний; существует возможность проведения занятий по методике перевернутого класса [7].



Рис. Направления учебно-информационного взаимодействия в рамках организации и сопровождения самостоятельной работы студентов

Согласимся с мнением Д.Н. Цветкова [8], что воздействие процессов информатизации влечет за собой постоянные изменения процесса обучения, которое все активнее и больше приобретает интерактивные, творчески-активные и индивидуализированные формы.

Однако разработчики многих дистанционных курсов не учитывают интерактивный элемент обучения, ограничиваясь лишь использованием инструментов для размещения учебного материала, практических заданий и тестов. Поэтому необходимо акцентировать внимание на активном использовании интерактивности во всех ее формах. Так для обеспечения интерактивности в курсах дистанционного обучения целесообразно использовать среды дистанционного обучения, предлагающие комплекс различных средств для поддержки учебного процесса [9].

В связи с вышеизложенным, мы предлагаем в процессе подготовки бакалавров (а именно в самостоятельной работе студентов), с использованием системы дистанционного обучения вуза, реализованной на базе LMS Moodle, применение таких методов обучения как проектный метод и решение кейс-заданий. На основе результатов апробации указанных методов рекомендуем и описываем конкретные инструменты Moodle, дающие возможность эффективно применять активные и интерактивные методы обучения при организации управляемой самостоятельной работы студентов.

Материалы и методы

Анализ опыта коллег, а также самоанализ организации и сопровождения самостоятельной работы студентов преподавателями кафедры математики, информатики и цифровых образовательных технологий Ставропольского государственного педагогического института позволил выделить три направления учебно-информационного взаимодействия в данной области, представленных на рисунке. Каждое из направлений предполагает коммуникацию студентов и преподавателей через сеть Интернет, что позволяет организовать самостоятельную работу студентов, как в режиме реального времени, так и в индивидуальном для каждого темпе, а также предложить типовые формы самостоятельной работы, либо обеспечить реализацию индивидуальных образовательных траекторий.

В качестве первого из направлений можно выделить использование для организации самостоятельной работы студентов облачные технологии. Как показал опыт нашей работы в данном направлении, оптимальным предложением может стать использование облачных хранилищ файлов, таких как GoogleДиск, Яндекс. Диск, Mail.Облако и т.п., обеспечивающих совместный, но вместе с тем закрытый от посторонних лиц доступ к учебным и методическим материалам. Использование облачных технологий позволяет преподавателям загрузить как задания

к самостоятельной работе студентов, так и дополнительный материал в текстовой, аудио, видео и иной форме достаточно большого объема. Студенты могут просматривать этот материал онлайн, либо скачивать его, загружать файлы с отчетами по выполненной работе, либо создавать такие файлы с помощью встроенных средств сервиса. Интересной возможностью является организация совместной работы с документами, что позволит обеспечить проведение коллективной самостоятельной работы студентов. В качестве «минусов» данного способа организации самостоятельной работы можно выделить отсутствие встроенных форм оценивания выполненных заданий, систем комментирования и общения участников образовательного процесса.

Вторым направлением, лишенным описанных недостатков, является использование социальных сетей для организации сетевого учебного взаимодействия. Наибольшими преимуществами такой формы работы является возможность получения практически мгновенной обратной связи, организации полноценного обсуждения какой-либо проблемы или учебного материала в группе, организации видеотрансляций и т.п. Таким образом, в отличие от облачных сервисов, с помощью социальной сети можно не только обеспечить размещение заданий и ответов студентов на них, но и организовать их обсуждение [10].

Расширить список преимуществ рассмотренных выше направлений возможностью представления учебного материала в различных формах, оценивания заданий, управления доступом к ним и сбора статистики обращения к каждому из них, настройки групповой работы обучающихся и т.д. позволяет применение дистанционных образователь-

ных технологий при организации самостоятельной работы, определяемое нами как третье направление.

Методы использования дистанционных образовательных технологий, в зависимости от способа взаимодействия преподавателя с обучающимися, можно разделить на три большие категории: пассивные, активные и интерактивные. Охарактеризуем каждую из категорий.

1) Пассивные методы основаны на линейной поступательной модели передачи знаний: сообщение теоретической части, выполнение практикумов, контроль знаний. Роль преподавателя сводится к определению содержания программного материала, разработке теоретической части, практических заданий, а также средств контроля. Обучающийся в этом случае выступает в роли «объекта» обучения (слушает, смотрит, выполняет задание, проверяет степень усвоения). Реализовать такие методы можно практически в любой системе дистанционного обучения с помощью минимального набора инструментов размещения теоретического материала в виде файлов или интернет-страниц; инструментов, позволяющих представлять практические задания и собирать ответы студентов на них; инструментов организации тестирования. Несмотря на то, что пассивные методы, традиционные для образовательной системы, получили новое развитие в дистанционном обучении на базе информационных технологий, они недостаточны для реализации социального заказа общества: воспитание личности способной к самоопределению, самореализации, умеющей учиться; формирование у обучающихся потребности в постоянном непрерывном самообразовании. Анализ содержания дистанционных курсов повышения квалификации и переподготовки

педагогических кадров с точки зрения использования возможностей дистанционных образовательных технологий показал, что такие курсы, в своем большинстве, также основаны на знаниевой парадигме обучения.

2) Активные методы представляют собой такую форму взаимодействия, при которой студенты и преподаватель находятся на равных правах. К активным методам, которые возможно реализовать в рамках дистанционного обучения, можно отнести метод проблемного обучения, исследовательский метод, включающие в себя такие приемы как эвристическая беседа, проблемная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками, решение творческих и изобретательских задач и др. Для реализации данных методов в системе дистанционного обучения должны быть реализованы инструменты коммуникации, например, форум, чат, система личных сообщений и т.п.

3) Интерактивные методы позволяют взаимодействовать всем участникам учебного процесса (в вертикальном направлении: преподаватель – студент, в горизонтальном направлении: студент – студент). Функции преподавателя при таком обучении значительно расширяются. Он организует работу, контролирует ее, отвечает на возникающие вопросы, регулирует споры, в случае крайней необходимости оказывает помощь группе обучаемых. К числу интерактивных методов, которые, как показывает практика, могут быть интегрированы в процесс дистанционного обучения, можно отнести: мозговой штурм [11], метод проектов [11, 12, 13], методы кейс-технологии [14], эвристическая беседа [15], дискуссия [16], деловая и ролевая игры [17], веб-квест [18].

Следует отметить, что активные и интерактивные мето-

**Результаты ответа на вопрос «Считаете ли вы, что дистанционное обучение...
(выберите утверждения, с которыми вы согласны)»**

Критерии	Процент	Критерии	Процент	Критерии	Процент
Способствует активной работе с учебным материалом	45,50 %	Помогает формировать практические навыки	24,64 %	Способствует взаимодействию с преподавателем курса	23,22 %
Способствует повышению интереса к изучаемой дисциплине	31,75 %	Способствует развитию коммуникативных умений и навыков	29,86 %	Не решает возникающие проблемы в самостоятельном изучении тем дисциплины	21,33 %
Помогает лучше усваивать теоретический материал	24,17 %	Эффективно распределяет время для изучения дисциплины	50,24 %	Не приводит к видимому прогрессу в изучении дисциплины	15,64 %

ды обучения образуют основу для конструирования системы нелинейной модели дистанционного обучения, в которой в отличие от линейной модели материал осваивается обучающимися не поступательно, а с опорой на самостоятельное добывание новых знаний и способов действий [19]. Для реализации таких методов средства взаимодействия, используемые в дистанционной системе обучения, могут быть расширены, например, за счет включения в курс интерактивных семинаров (элемент «Семинар» в Moodle), досок для рисования, инструментов размещения документов студентами (как в закрытом режиме для остальных обучающихся, так и в открытом, например, «Папка студента» в Moodle), анкетирования, опросов, объявлений и новостей, интеграции сторонних приложений и интернет-сервисов.

С целью определения направлений использования дистанционных образовательных технологий в учебном процессе бакалавров нами в начале 2019-го года было организовано и проведено анкетирование, позволившее выявить отношение студентов к интерактивным методам обучения, реализуемым в процессе использования дистанционных образовательных технологий.

Всего в анкетировании приняло участие 216 студентов-бакалавров первых – пятых курсов Ставропольского государственного педагогиче-

ского института направления подготовки «Педагогическое образование».

Анализ результатов анкетирования показал, что в числе основных достоинств дистанционных образовательных технологий студенты выделяют возможность активной работы с учебным материалом и эффективное распределение времени для изучения дисциплины. Полные результаты ответа на данный вопрос представлены в таблице.

Мы также попросили студентов ответить на вопрос, какие методы и приемы обучения с использованием информационных и дистанционных образовательных технологий, могут быть, на их взгляд, наиболее продуктивными. Анализ полученных данных показал, что, по мнению студентов, результативными могли бы быть решение проектных задач (73,6% респондентов), решение кейс-заданий (59,7% респондентов) и выполнение творческих заданий (69,4% респондентов). Это и определило направление нашей дальнейшей работы.

При этом нужно уточнить, что использование только дистанционной формы обучения на наш взгляд нерационально – оптимальнее и продуктивнее при организации самостоятельной работы студентов использовать смешанную форму обучения. Результаты проведенного нами анкетирования также говорят в пользу

такого варианта – исключительно дистанционную форму обучения предпочли бы только 6,16% студентов, традиционную форму обучения – 36,02%, тогда как смешанную – 57,82%. Полученные данные позволили определить, что студенты в целом оказались готовы к использованию дистанционных образовательных технологий в процессе как аудиторной, так и самостоятельной внеаудиторной работы.

Результаты проведенного нами в Ставропольском государственном педагогическом институте анкетирования схожи с результатами анкетирования, проведенного Д.В. Моглан среди студентов, получающих педагогическое образование в Бельцком государственном университете им. А. Руссо Республики Молдова, показавшем, что 56 % студентов считают смешанное обучение перспективным [20]. Данные сопоставимы и с результатами опросов студентов ряда российских вузов, в частности – Пензенского и нескольких Московских университетов. Так, полученные И.Н. Ефреминой и А.А. Королёвой [21] данные показали, что применение дистанционных образовательных технологий способствует повышению познавательного интереса к предмету и формированию навыков самостоятельной продуктивной деятельности студентов, помогает учебно-методическому управ-

лению и профессорско-преподавательскому составу совершенствовать организационные формы обучения. А также опытом кафедры физики и информатики Алтайского государственного медицинского университета [22] в том, что применение дистанционных образовательных технологий делает процесс обучения динамичным, показывает повышение активности и заинтересованности студентов в процессе обучения, позволяет повысить эффективность самостоятельной работы обучающихся на этапе подготовки к практическим занятиям.

Таким образом, основываясь на результатах проведенного нами анкетирования, было принято решение апробировать реализацию кейс-метода и метода проектов с использованием дистанционных образовательных технологий.

Апробация указанных методов проводилась в рамках преподавания нескольких дисциплин – «Математика», «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Компьютерные технологии в начальной школе» в процессе обучения студентов 1–4-го курсов, обучающихся по направлению подготовки Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Начальное образование» и «Информатика». В состав самостоятельной работы студентов были включены кейс-задания и метод проектов, реализованные в информационно-образовательной среде вуза на базе LMS Moodle.

При разработке заданий для самостоятельной работы мы опирались на ряд принципов педагогической антропологии. Так, учет принципа углубления индивидуализации образования и его ориентацию на индивидуальные интересы и потребности человека, соответствующий современным тенденциям развития электронного обучения в части его

персонализации и построения индивидуальных образовательных траекторий, ориентировал нас на организацию возможности выбора студентами видов заданий и способов их выполнения.

Такая индивидуализация была обеспечена как вариативностью предлагаемых заданий, так и доступом к определенным материалам на основе предварительной диагностики (теста, опроса и т.п.) студентов. С этой целью был настроен условный доступ обучающихся к материалам курса в зависимости от определенных дат, принадлежности студентов к той или иной группе и результатов выполнения ими заданных активностей. В качестве средств реализации самостоятельного выбора студентами траектории самостоятельной работы были использованы такие инструменты LMS Moodle как «Опрос», «Тест» и плагин «Groupself-selection».

Учет принцип диалогизма, предусматривающий использование методов, форм и средств воспитания и обучения диалогического характера, позволил перенести акцент с пассивной роли обучающегося как потребителя знаний на его активную позицию – с этой целью в систему заданий были включены задания в виде дискуссий и задания, ориентированные на взаимооценивание и комментирование работ, выполняемых другими студентами. В качестве инструментов для создания таких заданий были использованы такие активности LMS Moodle как «Форум», «Семинар», «Hot Question». В качестве дополнительного инструмента были использованы интерактивные онлайн-доски и сервисы Google для совместной работы обучающихся. Данные интернет-сервисы были интегрированы в курс для самостоятельной работы обучающихся в виде фреймов, что позволило создать единую учебную среду

без видимого перехода на сторонние сервисы.

При учете принципа креативности, предполагающего использование педагогических форм и методов, создающих условия для творческой самореализации обучающихся, мы предусмотрели возможность выбора студентами форм представления работы при выполнении ими проектных заданий. Для представления таких заданий и сбора результатов проектной работы студентов не потребовалось использование сторонних средств – достаточным оказалось использование элементов «Задание» и «Семинар» (в тех видах работ, которые предполагали использование взаимооценивания).

Непосредственно практические задания были дополнены инструментами для планирования проектной деятельности, обсуждения проектов и кейс-заданий при групповой работе над ними, организации мозговых штурмов. В качестве таких инструментов были использованы элементы и ресурсы LMS Moodle.

Так, коммуникация обучающихся в рамках работы над заданиями была реализована с помощью элементов «Форум» и «Чат», мозговой штурм – с помощью плагина «Hot Question», позволившего не только собрать идеи, но и оценить их, в итоге сформировав рейтинг наиболее популярных.

Для планирования работы мы использовали элемент «База данных», имеющий гибкую настройку внешнего вида и формы, а также дополнительный плагин «Checklist» для самостоятельного создания студентами чек-листов в соответствии с этапами и видами работ. Этот же инструмент был использован для фиксации студентами времени работы над задачами.

Важным компонентом самостоятельной работы обучающихся является оценка и самооценка результатов работы.

В качестве инструментов для организации процесса оценивания работ с участием студентов и самооценки ими результатов своей деятельности были использованы элементы курса «Анкетный опрос», «Опрос» и «Форум» с настройкой оценивания сообщений.

Настройки журнала оценок в LMS Moodle позволили создать систему оценивания, учитывающую возможность выбора студентами заданий и обязательности или необязательности их выполнения за счет объединения оцениваемых элементов в категории и применения формул расчета оценки. Визуализация процесса оценивания была настроена с помощью плагина «Completion Progress» и блока «Оценки за элемент курса», позволяющих в наглядной форме отобразить прогресс каждого студента.

Комплексное применение описанных выше элементов и ресурсов LMS Moodle и интегрируемых в курсы внешних интернет-сервисов позволило создать результативную учебную среду для организации и управления самостоятельной работой студентов с применением активных и интерактивных технологий обучения.

Результаты

1) Метод проектов позволил нам, на основе использования дистанционных образовательных технологий, организовать комплексный процесс проектной работы студентов, способствующий проявлению у них самостоятельности в планировании, организации и контроле своей учебно-познавательной деятельности.

В системе дистанционного обучения (на базе LMS Moodle) мы использовали такие элементы как:

– «Hot Question», позволяющий студентам самостоятельно предложить темы проектов, а затем проголосовать за них, тем самым обозначая свой ин-

терес к данной теме; этот же инструмент был использован для организации мозгового штурма во время работы над проектом;

– «Groupself-selection», с помощью которого студенты самостоятельно могут разделиться на группы;

– «Форум» или «Чат», дающие возможность студентам вести обсуждение хода проектной деятельности на протяжении всего времени выполнения проекта [23];

– «Checklist» для самостоятельного определения студентами этапов своей работы через создание контрольного списка необходимых действий с указанием времени их выполнения. Этот же элемент на последнем этапе проектной работы послужил осуществлению самооценки участниками проекта, наглядно отразив выполненные и невыполненные элементы проектной работы;

– «Семинар» с целью проведения оценивания результатов групповой работы другими студентами.

2) Инструментов системы Moodle достаточно, чтобы обеспечить полноценную внеаудиторную работу студентов над проектом и оценить результативность такой работы.

3) LMS Moodle для организации выполнения студентами кейс-заданий является достаточно удобным средством, предоставляющим богатые возможности как для создания кейс-заданий различного уровня сложности, так и для индивидуальной или коллективной работы студентов над кейсами и контроля их решения со стороны преподавателя. При этом, как показала практика, при реализации индивидуальных кейс-заданий можно обеспечить (в отличие от кейса, выполняемого группой) полную или частичную автоматизацию проверки решения кейс-задания.

В качестве инструмента, содержащего материалы кейса и

реализующего автоматическую или полуавтоматическую проверку его решения, было апробировано использование таких элементов Moodle как:

– «Задание», позволяющее предоставить студентам всю информацию по определенному кейсу, включая медиаматериалы и дополнительные файлы, а затем собрать решенные кейс-задачи и выставить оценки за их решение;

– «Анкета», предоставляющая возможность добавить кейс-задание или его часть с помощью типа вопроса «Метка», варианты же решения, обеспечивающие переходы к следующей части задания или к завершению кейса – с помощью любого другого типа вопроса;

– «Лекция», позволяющая разместить на информационной странице содержание кейс-задания (его часть) и вспомогательные материалы, а варианты решения – на странице с вопросом или добавить в виде кнопки перехода («Содержимое», «Переход») к нужной странице;

– «Форум», используемый для обсуждения решения кейса (в том числе и с преподавателем), а также группового его решения на основе мозгового штурма.

При выполнении студентами индивидуальных кейс-заданий элементы «Анкета» и «Лекция» оказались более предпочтительными за счет возможности настройки «траектории движения от условий кейса к решению».

Заключение

По результатам анкетирования и проведенной нами работы было принято решение продолжать использование дистанционных образовательных технологий в самостоятельной работе студентов при реализации таких методов обучения как проектный метод, решение кейс-заданий, а

также апробировать процесс организации решения творческих заданий. Базой для реализации указанных методов будет являться информационно-образовательная среда Ставропольского государственного педагогического института.

Использование дистанционных образовательных технологий в учебном процессе значительно расширяет методы и формы организации самостоятельной индивиду-

альной и групповой деятельности студентов, становясь эффективным дополнением к традиционно используемым. Интерактивные методы, реализуемые в среде дистанционного обучения, дают возможность формировать у студентов не только знания по изучаемому разделу, но и эмоционально-ценностное отношение к ним, навыки применять полученные знания и умения в нестандартных ситуациях, позволяя реализовать требования

компетентного подхода в образовании.

Нужно также отметить, что каждое из представленных направлений реализации активных и интерактивных методов обучения с использованием дистанционных образовательных технологий имеет собственные дидактические и методические преимущества. А выбор того или иного способа, либо их интеграция зависит от целей и задач, стоящих перед конкретным преподавателем.

Литература

1. Kirichek K., Bazhenov R., Bogdanova O., Shtepa Y., Ledovskikh I. Formation of competence of using modern methods and technologies of education in bachelors of education training // INTED 2018 Proceedings, 12th International Technology, Education and Development Conference. (Valencia, Spain. 5-7 March, 2018) 2018. P. 2403-2410. DOI: 10.21125/inted.2018.0457.
2. Kirichek K., Bazhenov R., Bogdanova O., Ledovskikh I., Pronin A., Samorukov A. Formation of competency for implementation of diagnostics of schoolchildren outcomes by bachelors of education // INTED 2019 Proceedings, 13th International Technology, Education and Development Conference. (Valencia, Spain. 11-13 March, 2019). 2019. P. 4029-4037. DOI: 10.21125/inted.2019.1012.
3. Вендина А.А., Киричек К.А., Малиатаки В.В. Активные и интерактивные методы обучения как средство подготовки бакалавров педагогического образования к реализации требований ФГОС [Электрон. ресурс] // Мир науки. 2016. Т. 4. № 2. С. 7. Режим доступа: <http://mir-nauki.com/PDF/54PDMN216.pdf>.
4. Сэкулич Н.Б. Реализация принципа интерактивности в электронной информационно-образовательной среде // Вестник Бурятского государственного университета. Образование. Личность. Общество. 2017. Т. 1. № 1. С. 54–59.
5. Красильников В.В., Малиатаки В.В., Тоискин В.С. Электронная информационно-образовательная среда ГБОУ ВО СГПИ в контексте реализации требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования // Педагогическая наука и практика – региону. Материалы XVI региональной Научно-практической конференции ГБОУ ВО «Ставропольский государственный педагогический институт». Ставрополь: Ставропольский государственный педагогический институт, 2016. С. 147–152.
6. Жданов С.А., Каракозов С.Д., Маняхина В.Г. Интеграция электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в учебный процесс педагогического ВУЗа // Информатика и образование. 2015. № 2 (261). С. 17–21.
7. Балан Л.А., Брайков А.В. Опыт внедрения дистанционных образовательных технологий в учебный процесс ВУЗа по очной форме обучения // Научный альманах. 2016. № 2-2 (16). С. 38–44.
8. Цветков Д.Н. Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в учебном процессе вуза // Электронные образовательные технологии – пространство неограниченных возможностей материалы I Международной научно-практической конференции. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2017. С. 171–174.
9. Надточий С.О., Сухарукова Т.А. Использование интерактивных информационных образовательных технологий в процессе дистанционного обучения студентов ВУЗа // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 2 (21). С. 137–140.
10. Лившиц С.А., Нуруллин Т.М. Отдельные аспекты интеграции информационных и коммуникационных технологий в высшее образование // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. №3. С. 88–90.
11. Артеменко В.Б. Организация сотрудничества в электронном обучении на основе проектного подхода и веб-инструментов // Образовательные технологии и общество. 2013. Т. 16. № 2. С. 489-504.
12. Кузнецов П.О., Зуева Х.А., Чистяков В.А. Метод проектов при групповом обучении с применением дистанционных образовательных технологий // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2018. № 1 (155). С. 134–137.
13. Малиатаки В.В., Вендина А.А. Особенности реализации проектной деятельности сту-

дентов в системе дистанционного обучения Moodle // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2017. № 3 (7). С. 91–96.

14. Бородин Н.В., Мирошин Д.Г., Шестакова Т.В. Педагогические условия организации кейс-технологии в дистанционном обучении на основе модульного подхода // Инновационные проекты и программы в образовании. 2012. № 5. С. 26–29.

15. Бороненко Т.А., Кайсина А.В., Федотова В.С. Активные и интерактивные методы педагогического взаимодействия в системе дистанционного обучения // Научный диалог. 2017. № 1. С. 227–243.

16. Сметкина О.М. Дистанционное обучение в высшем профессиональном образовании: опыт, проблемы и перспективы развития // Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Дистанционное обучение в высшем профессиональном образовании: опыт, проблемы и перспективы решения». СПб.: Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов, 2018. С. 85–87.

17. Кондратьева И.П. Использование дистанционного обучения в процессе развития педагога как субъекта культуры создания информационных продуктов // Цифровая трансформация образования. Электронный сборник тезисов докладов 1-й научно-практической конференции. 2018. С. 403–407.

18. Габова М.А. Образовательный веб-квест в системе дистанционного обучения Moodle // Инновационные процессы развития образова-

ния: опыт и перспективы. Сборник материалов. 2016. С. 172–176.

19. Sancar H. & Cagiltay, K. Effective Use of LMS: Pedagogy through the Technology. In J. Luca & E. Weippl (Eds.). Proceedings of EDMEDIA 2008 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications. 3927–3933 p. (Дата обращения: 28.02.2020).

20. Моглан Д.В. Методические аспекты использования сервисов ВЕБ 2.0 в процессе смешанного обучения // Открытое образование. 2018. Т. 22. № 1. С. 4–12.

21. Ефремкина И.Н., Королёва А.А. Мотивационные возможности применения инфокоммуникационных и дистанционных образовательных технологий в ВУЗе: взгляд студентов // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2015. № 32. С. 37–41.

22. Грибова Г.В. Возможности реализации требований образовательных и профессиональных стандартов средствами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий // Формирование электронной культуры в процессе непрерывного образования: проблемы и перспективы. Сборник научных трудов участников Ежегодной Международной междисциплинарной конференции. 2016. С. 52–59.

23. Welzer T. & Holbl M. Student's feedback and communication habit using Moodle. Electro. Electron. Engg. [Электрон. ресурс]. 2010. Vol. 6(102). Режим доступа: http://www.ee.ktu.lt/journal/2010/6/16_ISSN_13921215Students%20Feedback%20and%20Communication%20Habits%20using%20Moodle.pdf (Дата обращения: 12.01.2020).

References

1. Kirichek K., Bazhenov R., Bogdanova O., Shtepa Y., Ledovskikh I. Formation of competence of using modern methods and technologies of education in bachelors of education training. INTED 2018 Proceedings, 12th International Technology, Education and Development Conference. (Valencia, Spain. 5-7 March, 2018). 2018: 2403-2410. DOI: 10.21125/inted.2018.0457.

2. Kirichek K., Bazhenov R., Bogdanova O., Ledovskikh I., Pronin A., Samorukov A. Formation of competency for implementation of diagnostics of schoolchildren outcomes by bachelors of education. INTED 2019 Proceedings, 13th International Technology, Education and Development Conference. (Valencia, Spain. 11-13 March, 2019). 2019: 4029-4037. DOI: 10.21125/inted.2019.1012.

3. Vendina A.A., Kirichek K.A., Maliataki V.V. Active and interactive teaching methods as a means of preparing bachelors of teacher education to implement the requirements of the Federal State Educational Standard [Internet]. Mir nauki = World of science. 2016; 4; 2: 7. Available from: <http://mir-nauki.com/PDF/54PDMN216.pdf>. (In Russ.)

4. Sekulich N.B. Implementation of the principle of interactivity in the electronic educational information environment. Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Obrazovaniye. Lichnost' = . Obshchestvo = Bulletin of the Buryat State University. Education. Personality. Society. 2017; 1; 1: 54-59. (In Russ.)

5. Krasil'nikov V.V., Maliataki V.V., Toiskin V.S. Electronic informational and educational environment of SBEI HE SBI in the context of the implementation of the requirements of federal state educational standards of higher education. Pedagogicheskaya nauka i praktika – regionu. Materialy XVI regional'noy Nauchno - prakticheskoy konferentsii GBOU VO «Stavropol'skiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy institut» = Pedagogical science and practice - to the region. Materials of the XVI Regional Scientific and Practical Conference GBOU VO "Stavropol State Pedagogical Institute". Stavropol: Stavropol State Pedagogical Institute; 2016: 147-152. (In Russ.)

6. Zhdanov S.A., Karakozov S.D., Manyakhina V.G. Integration of e-learning and distance learning technologies in the educational

process of a pedagogical university. *Informatika i obrazovaniye* = Informatics and Education. 2015; 2 (261): 17-21. (In Russ.)

7. Balan L.A., Braykov A.V. The experience of introducing distance educational technologies in the educational process of a university in full-time education. *Nauchnyy al'manakh* = Scientific almanac. 2016; 2-2 (16): 38-44. (In Russ.)

8. Tsvetkov D.N. The use of e-learning and distance learning technologies in the educational process of a university. *Elektronnyye obrazovatel'nyye tekhnologii – prostranstvo neogranichennykh vozmozhnostey materialy I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* = Electronic educational technologies - a space of unlimited possibilities materials of the I International Scientific and Practical Conference. Novosibirsk: Siberian State University of Railway Engineering; 2017: 171-174. (In Russ.)

9. Nadtochiy S.O., Sukharukova T.A. The use of interactive information educational technologies in the process of distance learning of university students. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy* = Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. 2017; 2 (21): 137-140. (In Russ.)

10. Livshits S.A., Nurullin T.M. Some aspects of the integration of information and communication technologies in higher education. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk* = International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2018; 3: 88-90. (In Russ.)

11. Artemenko V.B. Organization of cooperation in e-learning based on the project approach and web tools. *Obrazovatel'nyye tekhnologii i obshchestvo* = Educational technologies and society. 2013; 16; 2: 489-504. (In Russ.)

12. Kuznetsov P.O., Zuyeva K.H.A., Chistyakov V.A. The project method in group training using distance educational technologies. *Uchenyye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* = Uchenye Zapiski universiteta im. P.F. Lesgaft. 2018; 1 (155): 134-137. (In Russ.)

13. Maliataki V.V., Vendina A.A. Features of the implementation of students' project activities in the distance learning system Moodle. *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovaniye* = Continuum. Mathematics. Computer science. Education. 2017; 3 (7): 91-96. (In Russ.)

14. Borodina N.V., Miroshin D.G., Shestakova T.V. Pedagogical conditions for organizing case technology in distance learning based on a modular approach. *Innovatsionnyye proyekty i programmy v obrazovanii* = Innovative projects and programs in education. 2012; 5: 26-29. (In Russ.)

15. Boronenko T.A., Kaysina A.V., Fedotova V.S. Active and interactive methods of pedagogical interaction in the distance learning system. *Nauchnyy dialog* = Scientific dialogue. 2017; 1: 227-243. (In Russ.)

16. Smetkina O.M. Distance Learning in Higher Vocational Education: Experience, Problems

and Development Prospects. *Materialy XI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Distsionnoye obucheniye v vysshem professional'nom obrazovanii: opyt, problemy i perspektivy resheniya»* = Materials of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation "Distance Learning in Higher Vocational Education: Experience, Problems and Prospects for Solving". Saint Petersburg: St. Petersburg Humanitarian University of Trade Unions. 2018: 85-87. (In Russ.)

17. Kondrat'yeva I.P. The use of distance learning in the development process of the teacher as a subject of the culture of creating information products. *Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya. Elektronnyy sbornik tezisev dokladov I-y nauchno-prakticheskoy konferentsii* = Digital Transformation of Education. Electronic collection of abstracts of the 1st scientific-practical conference. 2018: 403-407. (In Russ.)

18. Gabova M.A. Educational web-quest in the distance learning system Moodle. *Innovatsionnyye protsessy razvitiya obrazovaniya: opyt i perspektivy. Sbornik materialov* = Innovative processes of educational development: experience and prospects. Collection of materials. 2016: 172-176. (In Russ.)

19. Sancar H. & Cagiltay, K. Effective Use of LMS: Pedagogy through the Technology. In J. Luca & E. Weippl (Eds.). *Proceedings of ED-MEDIA 2008 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*. 3927-3933 p. (cited 28.02.2020).

20. Moglan D.V. Methodological aspects of using WEB 2.0 services in the process of blended learning. *Otkrytoye obrazovaniye* = Open Education. 2018; 22; 1: 4-12. (In Russ.)

21. Yefremkina I.N., Korolova A.A. Motivational possibilities of using infocommunication and distance educational technologies in a university: students' view. *Sborniki konferentsiy NITS Sotsiosfera* = Conference collections SIC Sociosphere. 2015; 32: 37-41. (In Russ.)

22. Gribova G.V. Opportunities for implementing the requirements of educational and professional standards by e-learning and distance learning technologies. *Formirovaniye elektronnoy kul'tury v protsesse nepreryvnogo obrazovaniya: problemy i perspektivy. Sbornik nauchnykh trudov uchastnikov Yezhegodnoy Mezhdunarodnoy mezhdistsiplinarnoy konferentsii* = Formation of electronic culture in the process of continuing education: problems and prospects. Collection of scientific papers of the participants of the Annual International Interdisciplinary Conference. 2016: 52-59. (In Russ.)

23. Welzer T. & Holbl M. Student's feedback and communication habit using Moodle. *Electro. Electri. Engg.* [Internet]. 2010; 6(102). Available from: http://www.ee.ktu.lt/journal/2010/6/16_ISSN_13921215Students%20Feedback%20and%20Communication%20Habits%20using%20Moodle.pdf (cited 12.01.2020).

Сведения об авторах

Виктория Викторовна Малиатаки

К.п.н., доцент кафедры математики, информатики и цифровых образовательных технологий

Ставропольский государственный педагогический институт, Ставрополь, Россия

Эл. почта: maliataki@yandex.ru

Ксения Александровна Киричек

К.п.н., доцент кафедры математики, информатики и цифровых образовательных технологий

Ставропольский государственный педагогический институт, Ставрополь, Россия

Эл. почта: kirichekka@mail.ru

Алла Анатольевна Вендина

К.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры математики, информатики и цифровых образовательных технологий

Ставропольский государственный педагогический институт, Ставрополь, Россия

Эл. почта: roven-ka@ya.ru

Information about the authors

Victoria V. Maliataki

Cand. Sci. (Pedagogical), Associate Professor, Department of Mathematics, Computer Science and Digital Educational Technologies

Stavropol State Pedagogical Institute, Stavropol, Russia

E-mail: maliataki@yandex.ru

Ksenia A. Kirichek

Cand. Sci. (Pedagogical), Associate Professor, Department of Mathematics, Computer Science and Digital Educational Technologies

Stavropol State Pedagogical Institute, Stavropol, Russia

E-mail: kirichekka@mail.ru

Alla A. Vendina

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor, Department of Mathematics, Computer Science and Digital Educational Technologies

Stavropol State Pedagogical Institute, Stavropol, Russia

E-mail: roven-ka@ya.ru

Имитационное исследование бизнес-процессов с очередями с помощью среды моделирования GPSS Studio

Цель исследования. Целью исследования является анализ различных отечественных программных средств моделирования бизнес-процессов, в которых используются очереди и временные параметры. Основными функциональными критериями анализа являются: возможности графической разработки или экспорта диаграмм бизнес-процессов в модель, автоматической генерации имитационной модели, быстрого и удобного конструирования предметно-ориентированного приложения, разнообразия средств анализа результатов. Актуальность проблем выбора оптимального инструмента моделирования определяется необходимостью использования в военных и ряде научных организаций именно отечественных программных продуктов для исследования бизнес-процессов, отсутствием и недостатком информации о существующих программных продуктах. Объектом исследования в данной статье является российская среда имитационного моделирования GPSS Studio.

Материалы и методы исследования. В статье даётся анализ возможности эффективного использования системы GPSS Studio при решении задач анализа и синтеза бизнес-процессов. Исследование проводилось на доступных примерах различных применений данного инструмента, а также посредством создания модели, в которой анализировался ряд бизнес-процессов присутствующих любому отделу кадров предприятия.

Результаты. С учётом проведенного анализа функций и практики использования системы GPSS Studio показана ее перспективность использования для моделирования бизнес-процессов, в которых используются очереди и временные параметры. Предложены дальнейшие шаги развития системы для эффективного моделирования бизнес-процессов.

Заключение. В результате проведенного исследования возмож-

ностей среды GPSS Studio можно сделать следующие выводы и рекомендации:

- Графический редактор GPSS Studio может успешно использоваться при графическом описании бизнес-процессов, где необходим анализ: возникающих очередей, загрузки имеющихся ресурсов и временных показателей обслуживания
- На основе графического описания автоматически генерируется имитационная модель, которая может быть окончательно отлажена и верифицирована в GPSS Studio
- На основе отлаженной модели средствами среды в терминах предметной области моделируемого процесса можно построить имитационное приложение, отделить от среды моделирования и работать с ним отдельно
- Используя имитационное приложение и варьируя параметры системы, можно организовать комплексное имитационное исследование бизнес-процесса посредством проведения одиночных экспериментов, направленных серий экспериментов и оптимизирующих экспериментов.
- Так как в идеологии GPSS Studio заложена возможность создания предметно-ориентированных библиотек типовых блоков, то в будущем можно создать библиотеку типовых элементов аналогичных IDEF, BPMN, DFD диаграмм для более быстрого описания и моделирования бизнес-процессов. При построении такой библиотеки необходимость ручного программирования на GPSS при исследовании отпадает, так как модель бизнес-процесса можно собирать простым соединением стандартных блоков.

Ключевые слова: бизнес-процесс, имитационное моделирование, GPSS Studio, имитационное исследование, оптимизирующий эксперимент.

Vladimir V. Devyatkov¹, Alexey V. Gabalin²

¹ Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia

² Institute of Management Problems V.A. Trapeznikova RAS, Moscow, Russia

Simulation Research of Business Processes with Queues Using GPSS Studio Modeling Environment

The purpose of research. The goal of this study is to analyze different domestic software packages intended for modeling of business processes involving queues and time parameters. The main analysis criteria are: the possibility of graphical development or conversion of the business process block diagram to the model; automatic generation of simulation model; quick and convenient construction of domain-specific application; the variety of result analysis tools. The relevance of the problems to choose the optimal modeling tool is determined by the need to use only domestic software for business process investigation in the military and some scientific organizations, and by the lack of information about existing software products. In this paper, the subject of study is the Russian simulation modeling environment GPSS Studio.

Materials and methods. In this article, the analysis of the possibility of effective usage of GPSS Studio environment during business processes analysis and synthesis is performed. The study was performed on the available examples of different applications of this tool, and by the

creation of the model analyzing business processes that are typical for any HR department.

Results. Taking into account the performed analysis of functionality and practical applications of the GPSS Studio environment, the good prospects of its application for modeling of business processes involving queues and time parameters are shown. The further system improvements intended for effective business process modeling are proposed.

Conclusion. As a result of the performed study, we can do the following conclusions and recommendations:

- The GPSS Studio graphical editor can be successfully used for the graphical description of the business processes when it is required to analyze: queues, the load of resources, and the time characteristics of the processing,
- The simulation model is automatically generated from the graphical description. The produced model can be finally debugged and verified with the GPSS Studio,

– The standalone simulation application working in terms of the subject domain can be built from the simulation model using the simulation environment,
– Using this application, it is possible to perform complex business process simulation modeling by means of varying system parameters and performing of singular experiments, a series of dedicated experiments, and optimizing experiments,
– Since the GPSS Studio concepts include the possibility to create domain-specific libraries of standard blocks, it is possible

to create a library of standard elements similar to IDEF, BPMN, DFD block charts to facilitate faster description and modeling of business processes. After the creation of such a library, there would be no need to manually write GPSS code, since the business process model could be built by a simple connection of standard blocks.

Keywords: business process, simulation modeling, GPSS Studio, optimizing experiment.

Введение

Системный анализ и моделирование является одним из важнейших инструментов построения, контроля и повышения эффективности бизнес-процессов. Для формализации бизнес-процессов применяется различный математический аппарат, а для количественного и качественного анализа создано множество аналитических моделей и программных инструментов. В зависимости от направленности бизнес-процесса, его функциональных особенностей и, особенно, сложности, могут применяться методы линейного программирования, теория массового обслуживания, сети Петри и имитационное моделирование. Не затрагивая довольно мощные и хорошо проработанные аналитические подходы, авторами были проведено исследование возможностей системного анализ бизнес-процессов с использованием метода имитационного моделирования. Традиционное применение аналитических моделей вынуждает исследователя прибегать к укрупнению и упрощению моделируемой системы, а значит и к снижению точности и адекватности результатов. Имитационное моделирование позволяет описать исследуемую систему с любой степенью детализации. Возможности имитационного моделирования ограничены только вычислительными возможностями вашего компьютера.

В России для моделирования и анализа бизнес-процессов достаточно широко

используются различные средства и инструменты, например: Rational Rose [1], Oracle Designer [2], AllFusion Process Modeler (BPWin) и AllFusion ERwin Data Modeler (ERWin) [3], ARIS [4], Power Designer [5]. За рубежом, помимо упомянутых, активно используются такие средства, как System Architect, Ithink Analyst, ReThink и др. [6]. В основном это визуальное и логическое моделирование концепций и архитектуры бизнес-процессов. Но некоторые из них реализуют и имитационное моделирование.

Следует отметить, что бизнес-процесс по своей природе является дискретным процессом, поэтому для построения его модели используются средства дискретно-событийного моделирования. В основном, это специально созданные внутренние симуляторы, такие как ARIS Simulation и симулятор QUEST (методология IDEF03), а в редких случаях сделаны попытки использования известных общецелевых языков имитационного моделирования, например, в CA ERWin Process Modeler – ARENA [7].

Концепция имитационного моделирования становится все более популярной не только для построения детальных программных моделей бизнес-процессов, но и для решения тактических задач при анализе их поведения, стратегическом планировании и управлении. Это связано с рядом факторов – бурным развитием методов и инструментов имитационного моделирования, взрывным ростом вы-

числительной мощности компьютеров и практических возможностей информационных технологий. С учетом этого, применение современных техник имитационного моделирования и имитационного исследования значительно расширяет возможности традиционных CASE-средств и обеспечивает:

– Практически неограниченный уровень детализации структуры, функций и связей моделируемого бизнес-процесса и реальные реализации их в виде программной модели

– Визуализацию процесса динамики функционирования бизнес-процессов в графическом, табличном и текстовом виде, что позволяет ускорить поиск и анализ его «узких мест»

– Вычисление и всесторонний анализ количественных и качественных (функциональных, временных и стоимостных) показателей эффективности бизнес-процессов

– Функциональный и стоимостной анализ с привязкой к процессам в реальном времени, в виде динамической анимации и погружения исследователя в виртуальную реальность.

– Многопараметрическую оптимизацию бизнес-процессов в зависимости от цели и задачи (факторов и показателей) исследования.

1. Сравнительные характеристики среды моделирования GPSS Studio

В то же время подавляющее большинство используемых в мире инструментов имитационного моделирования: SIMIO

Таблица 1

Наличие современных средств и инструментов для анализа и синтеза бизнес-процессов

№	Характеристики/возможности	Инструмент ИМ*		
		GPSS Studio	AnyLogic	Pilgrim
1	Графическое описание бизнес-процессов в виде схемы	+	+	+
2	Многоуровневое представление схемы в виде иерархии	++	+	—
3	Наличие специализированных средств прототипирования и шаблонов при использовании типовых решений	+	++	—
4	Построение комплексной онтологической модели процесса	+—	—	—
5	Наличие, мощность и удобство инструментов отладки созданной модели	++	+	+
6	Автоматическая генерация модели по графическому описанию, не требующая программирования	++	++	+
7	Скорость выполнения созданных моделей бизнес-процессов	++	+	+
8	Создание автономного, интерактивного и предметно-ориентированного приложения на основе модели	++	++	—
9	Планирование экспериментов с моделью в процессе исследования	++	+	+
10	Организация многопараметрического оптимизационного эксперимента	++	++	—
11	Организация распределенных и облачных вычислений	+	++	—
12	Автоматизированное формирование отчетов, выводов и рекомендаций	++	+	+
13	Инструмент включен в Реестр Минкомсвязи «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных»	+	—	—

Примечание * — В таблице, для оценки характеристик каждого инструмента приняты следующие обозначения:

+ Наличие данной возможности.

++ Данная возможность соответствует наивысшему уровню.

+— Возможность имеется, но она недостаточно развита

— Данная возможность в инструменте не реализована.б

[8], ARENA, ExtenSim [9], Simul8 [10], FlexSim [11] и др. являются зарубежными, что делает невозможным их применение в ряде российских научных и военных организаций. Поэтому, для обеспечения применения имитационного моделирования в этих организациях для создания моделей бизнес-процессов, должна быть использована современная отечественная система, имеющая собственный графический редактор, мощный симулятор и как можно более полный комплекс инструментов для проведения имитационного исследования. В России существует ряд известных разработок для имитационного моделирования. К наиболее популярным и апробированным инструментам можно отнести три отечественные общецелевые системы моделирования:

— Профессиональный инструмент моделирования AnyLogic [12].

— Система моделирования Pilgrim [13].

— Среда моделирования GPSS Studio [14].

Каждый из этих инструментов имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики данных инструментов, полученных авторами, в части наиболее важных возможностей структурирования, описания и исследования бизнес-процессов.

Из таблицы видно, что практически идентичными и высокими характеристиками обладают два инструмента — GPSS Studio и AnyLogic. Справедливости ради следует сказать, что профессиональный инструмент моделирования AnyLogic в настоящий момент является самым используемым в России и в мире. В основном это вызвано наличием в рамках одного инструмента сразу трех подходов (дискретно-событийного, агентного и системной динамики).

Но учитывая, что только GPSS Studio официально включен в Реестр Минкомсвязи отечественных программных продуктов, его моделирующие возможности проверены более 40 годами практических исследований, а также принимая во внимание личные предпочтения авторов, далее в данной статье рассматривались возможности среды моделирования GPSS Studio.

Кроме этого, выбор данной среды обусловлен и другими причинами:

— Высокой моделируемой мощностью и гибкостью языка GPSS World, который является

моделирующим ядром среды. Не смотря на свой «возраст» его возможности в части моделирования дискретно-событийных систем до сих пор наилучшие, как по функционалу, так и по производительности.

— Длительной историей и широким распространением языка GPSS при проведении учебного процесса в российской высшей школе. Он, наряду с AnyLogic, изучается в нескольких сотнях университетов для многих технических и экономических специальностей. Моделирование сложных технических систем и бизнес-процессов изучается

в большинстве университетов России по направлениям — «Информационные системы и технологии», «Прикладная математика и информатика», «Бизнес-информатика», «Менеджмент» и др.

— Гибкими инструментами конструирования интерактивных имитационных приложений. При этом язык взаимодействия пользователя с этими приложениями может быть полностью русифицирован и направлен на терминологию и особенности предметной области, а само приложение может быть использовано отдельно от среды разработки.

— Единым исследовательским пространством — от постановки задачи, обработки данных, создания модели и т.д. до выработки рекомендаций по эффективности вопросам функционирования или дальнейшей модернизации бизнес-процесса.

2. Постановка задачи моделирования бизнес-процессов отдела кадров

Рассмотрим реальные возможности сред для моделирования бизнес-процессов на реальном примере. Учитывая ограниченный объем статьи, в качестве такого примера был выбран простой пример — некоторые бизнес-процессы отдела кадров.

В целом отдел кадров крупной организации это достаточно сложная система, которая содержит множество бизнес-процессов — прием на работу, увольнение, проведение кадровых приказов, архив по работникам, оформление различных видов отпусков и т.д. Среди множества реально существующих бизнес-процессов в отделе кадров, для упрощения модели мы рассматривали лишь два процесса: прием сотрудников на работу и процесс оформления различных видов отпусков. Также не учитывалась связь и взаимовлияние с

другими бизнес-процессами компании. При необходимости, в дальнейшем, могут быть учтены все эти бизнес-процессы и взаимодействие с другими структурами организации. Это возможно, так как в имитационном моделировании отсутствуют ограничения на детализацию системы. Дополнить модель новыми процессами не составляет труда.

Проведем формальное описание выбранных нами бизнес-процессов в терминологии систем массового обслуживания (СМО).

Процесс 1 — прием соискателей для собеседования и приема на работу.

Поток соискателей работы носит случайный характер. Будем считать, что соискатель с некоторой интенсивностью μ_1 (в рабочее время) приходит в отдел кадров (ОК) в котором работает n сотрудников. Если все сотрудники заняты, то он становится в очередь. После ожидания в очереди (QT^1_1) и освобождения одного из сотрудников соискатель попадает на прием. Его документы обрабатываются сотрудником (данные заносятся в компьютерную БД предприятия) за определенное время T^1_1 i -м сотрудником ОК, где ($i = 1, n$). Если документы не соответствуют требованиям, то соискатель уходит, если документы в порядке, то он отправляется на собеседование уже к другому сотруднику ОК. Если соискатель имеет рекомендацию, то его берут на работу без собеседования. После ожидания в очереди (QT^2_1), он попадает на собеседование, которое длится T^2_1 . Принимается предварительное решение о приеме на работу или отказ. После собеседования соискатель вновь становится в очередь в отдел кадров. Пройдя очередь (QT^3_1), он попадает на обработку к i -му сотруднику ОК, где ($i = 1, n$). Задержка на определенное время T^3_1 . Если

он не прошел собеседование, возврат документов и уход из системы. Если прошел — то подготовка приказа о зачислении. После получения проекта приказа он ожидает приема у директора (QT^4_1), затем прием у директора. Прием длится время T^4_1 . С подписанным приказом он вновь становится в очередь в ОК (QT^5_1). При окончательном оформлении на работу — задержка в ОК на время T^5_1 . И, наконец, уход из ОК и в целом из системы.

Процесс 2 — оформление различных видов отпусков для сотрудников предприятия.

Данный процесс практически аналогичен первому процессу, только приходят в ОК не соискатели работы, а работающие на предприятии сотрудники. Алгоритм обслуживания сотрудников в ОК везде такой же, как и в любой СМО — ожидание в очереди на обслуживание (QT^j_j) и время обслуживания (T^j_j). Количество фаз обслуживания сотрудников (обозначим их как j , где $j = 1, m$) в этом случае меньше, их только две — прием заявления, оформление и выдача приказа.

Графически алгоритм и данные, описанных выше бизнес-процессов можно изобразить в виде классической СМО. Но общепринятыми формами представления бизнес-процессов данного типа являются специальные нотации, например, в виде DFD диаграммы. Ее изображение для нашего случая приведено на рис. 1.

Перед аналитиком при исследовании, даже таких простых бизнес-процессов, могут быть поставлены достаточно сложные в математическом плане и важные с точки зрения экономики задачи, например:

— Минимизации среднего (или максимального) времени, которое тратится соискателями (T_1) и сотрудниками (T_2) на прохождение всего бизнес-процесса.

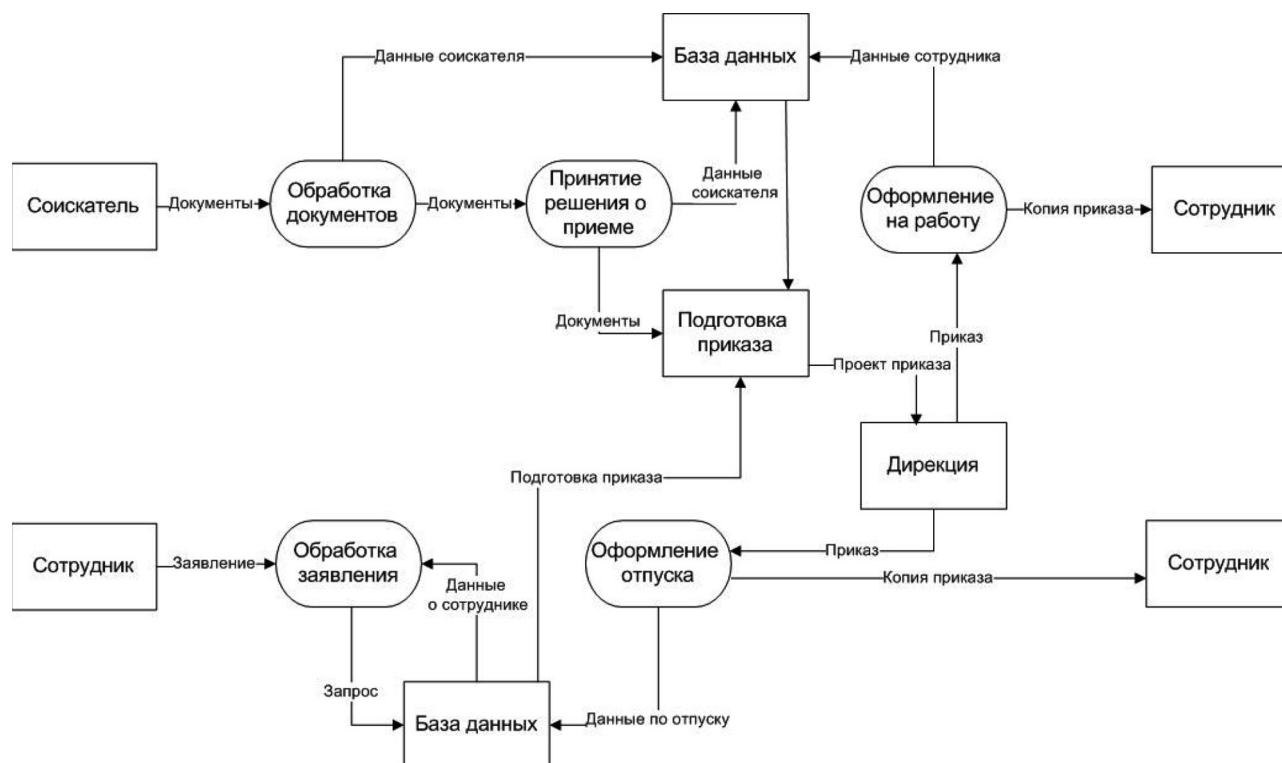


Рис. 1. DFD диаграмма бизнес процесса ОК

– Оптимизация количества работников отдела кадров n в пределах достижения заданных (или допустимых) границ изменения времени обслуживания T_1 и T_2 .

– Снижение среднего (или максимального) значения общей длины очереди QL в отдел кадров или длин очередей на отдельных фазах обслуживания (QT_j^i) . При этом должны быть реализованы заданные функции и выполнены имеющиеся ограничения бизнес-процессов.

– Минимизация общих затрат (на заработную плату, организацию работ, расходные материалы) при функционировании ОК. Все это должно быть достигнуто при полном выполнении требуемых функций ОК.

Эти задачи, в математическом плане, являются оптимизационными.

Например, формально первая задача – минимизации времени обслуживания клиента в ОК в самом упрощенном виде может быть записана в виде системы уравнений (1):

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= F(\mu_1, QT_j^i, T_j^i) \\ T_2 &= F(\mu_2, QT_j^i, T_j^i) \end{aligned} \right\} \rightarrow \text{Min},$$

где $i = 1, n$ и $j = 1, m$ (1)

Для других сформулированных задач целевая функция и ограничения будут другими и существенно сложнее.

Обеспечить решение подобных задач, особенно в случае стохастических изменений времени потока соискателей (и работников), а также случайного характера времени исполнения бизнес-функций работниками отдела кадров может только имитационное моделирование. Тем более, что решение подобных задач является основным предназначением метода имитационного моделирования. И в GPSS Studio имеются возможности проведения оптимизационных экспериментов.

3. Имитационная модель отдела кадров в среде моделирования GPSS STUDIO

После формализации задачи исследования было осуществ-

влено представление системы графическими средствами среды GPSS Studio. Сначала были выбраны типовые блоки для описания бизнес-процесса, а на их основе была сконструирована структурная схема модели. Она представляет собой двухуровневую графическую схему, в которой вложенные (дочерние) схемы отображены в виде блоков (ТЭБ) двух типов – композитных блоков (фиолетового цвета) и элементарных не делимых элементов (голубого цвета). Каждому композитному блоку соответствует своя схема. Т.е. при щелчке мышью на композитный блок на экране будет высвечена внутренняя графическая схема этого блока. Сам по себе композитный блок GPSS Studio не обладает логикой, зато логика присутствует в каждом элементарном блоке. В данном примере уровень вложенности схемы равен 2. При представлении более сложных систем уровень вложенности ничем не ограничен. Размер, способ отображения, поясняющий текст и графиче-

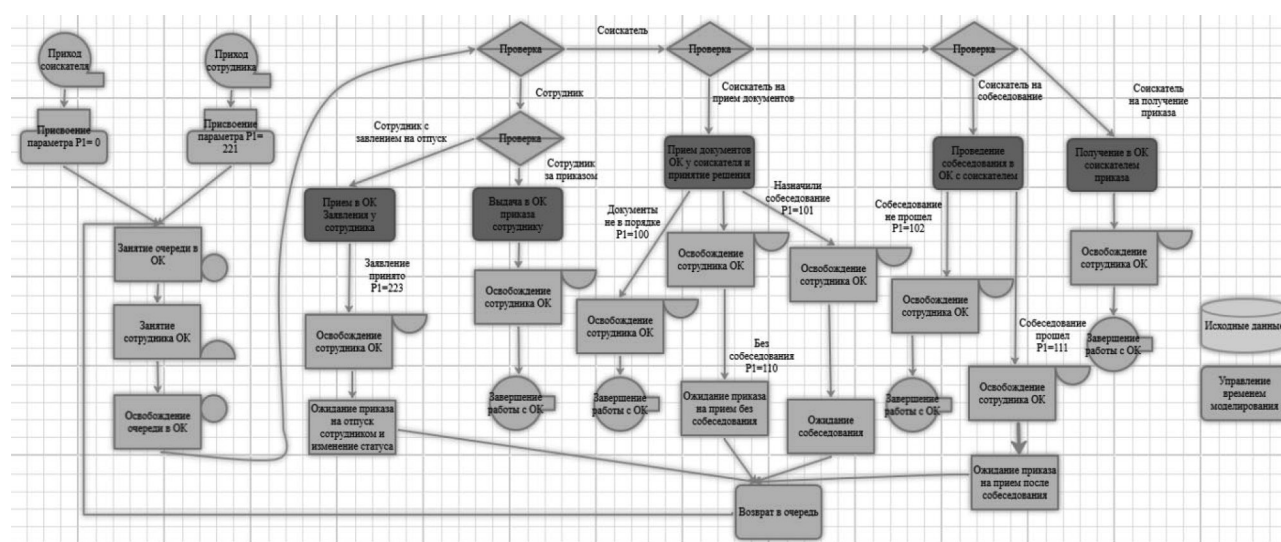


Рис. 2. Структурная схема модели ОК в GPSS Studio

ский вид композитных и элементарных блоков может быть сконструирован самим пользователем. Например, возможно использовать графические представления элементов в рамках любой, предпочтительной конкретному исследователю, нотации описания бизнес-процесса (IDEF, BPMN и др.). Графическое изображение каждого блока сопровождается указанием связей, свойств и текстовых описаний.

На рис. 2 приведен первый уровень иерархии графической

схемы модели.

После создания схемы, необходимо описать логику функционирования в виде GPSS моделей для всех элементарных элементов. В данной модели практически каждый элементарный блок – это блок GPSS World, графически стилизованный под алгоритмическое описание. При необходимости, можно было бы привести каждый элемент схемы и соединения в соответствии с требованиями нотации описания DFD диаграмм или

IDEF BPMN описаний. Только это потребует совместных усилий аналитика бизнес-процессов и разработчика среды моделирования. Зато после этого, могут появиться типовые библиотеки, которые будут доступны всем аналитикам. На рис. 3 раскрыт один из пяти, имеющихся на схеме первого уровня, композитных блоков в виде схемы второго уровня и показан фрагмент автоматически сгенерированной модели.

Для достижения адекватности представления системы не-

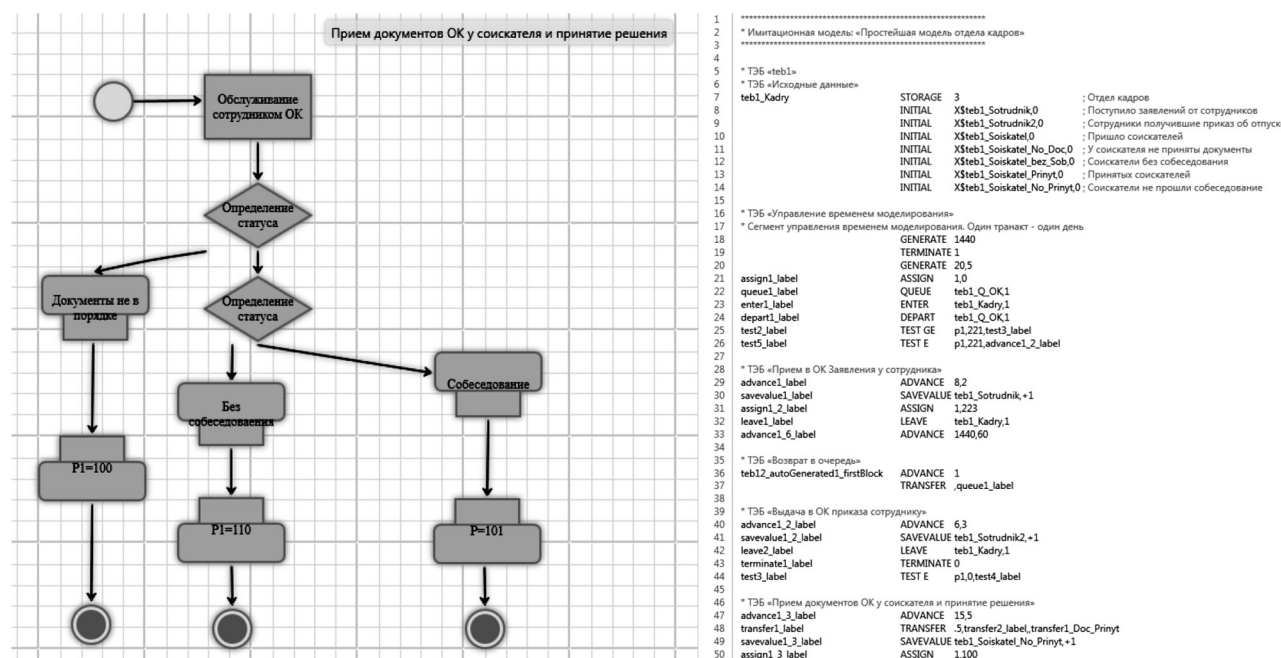


Рис. 3. Схема композитного блока второго уровня и фрагмент текста модели

обходимо произвести валидацию и верификацию модели. И осуществляется это не только за счет знаний, опыта и интуиции разработчика, но и с помощью тестера ТЭБов, отладчика моделей и других специальных инструментов отладки GPSS Studio. Все это существенно сокращает время отладки модели. Например, данная модель была создана и отлажена в течение нескольких дней. И это является одним из преимуществ среды перед другими системами моделирования.

4. Имитационное приложение

На основе отлаженной модели пользователем предметной области конструируется интерактивное имитационное приложение, в рамках которого и будет проводиться исследование. Создание такого приложения необходимо, так как проводить эксперименты с имитационной моделью в виде текста неудобно – нужно быть ее разработчиком, чтобы ориентироваться в именах параметров, ячеек, переменных, устройств и т.д. Все это, особенно для специалиста знающего предметную область и не знающего программиро-

вание, очень сложно, а в некоторых случаях практически невозможно. Для создания имитационного приложения ориентированного на язык взаимодействия, принятый в предметной области, в среде GPSS Studio имеются средства конструирования разнообразных диалогов ввода данных в модель, форм и способов представления результатов моделирования и интерактивных диалогов управления просмотром результатов моделирования. Чаще всего для конструирования такого языка привлекаются и программист, и специалист той предметной области, которой принадлежит исследуемая система.

В процессе создания приложения и конструирования диалогов пользователя с моделью учитываются необходимость решения всех поставленных перед исследователем задач.

Во-первых, это диалоги ввода должны содержать исходные данные, которые необходимо изменять в процессе экспериментов. Поэтому, выделятся все параметры (факторы) модели, которые будут доступны пользователю для изменений в процессе проведения экспериментов $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Пример одной из форм ввода исходных данных, в разработанном нами приложении, приведен на рис. 4.

Во-вторых, это диалоги вывода и анализа результатов. Для этого определяются показатели динамики функционирования модели, за которыми необходимо наблюдать в процессе проведения экспериментов или серий экспериментов – $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$. В качестве показателей могут быть использованы любые системные числовые атрибуты (СЧА) GPSS модели. Примером показателей исследования в нашем примере могут быть значения возникающих в процессе функционирования очередей в ОК (QT_j^i), или индивидуальная загрузка сотрудников ОК K_j^i и т.д. Возможно также использование СЧА в качестве составляющих в более сложных формулах, определяющих эффективность работы системы по производительности и продуктивности, например, общее время пребывания клиента в очередях и на обслуживании ($T = \sum(QT_j^i + T_j^i)$), интегральная загрузка сотрудников ОК ($K = \sum K_j^i / n$).

Пример одного из диалогов вывода результатов в создан-

Сотрудники			
	Среднее	+/-	(мин)
Прием заявления	8	2	
Выдача приказа	6	3	

Соискатели			
	Среднее	+/-	(мин)
Прием документов	15	5	
Собеседование	15	5	
Выдача приказа	6	2	

Рис. 4. Диалог задание времен обслуживания в модели ОК

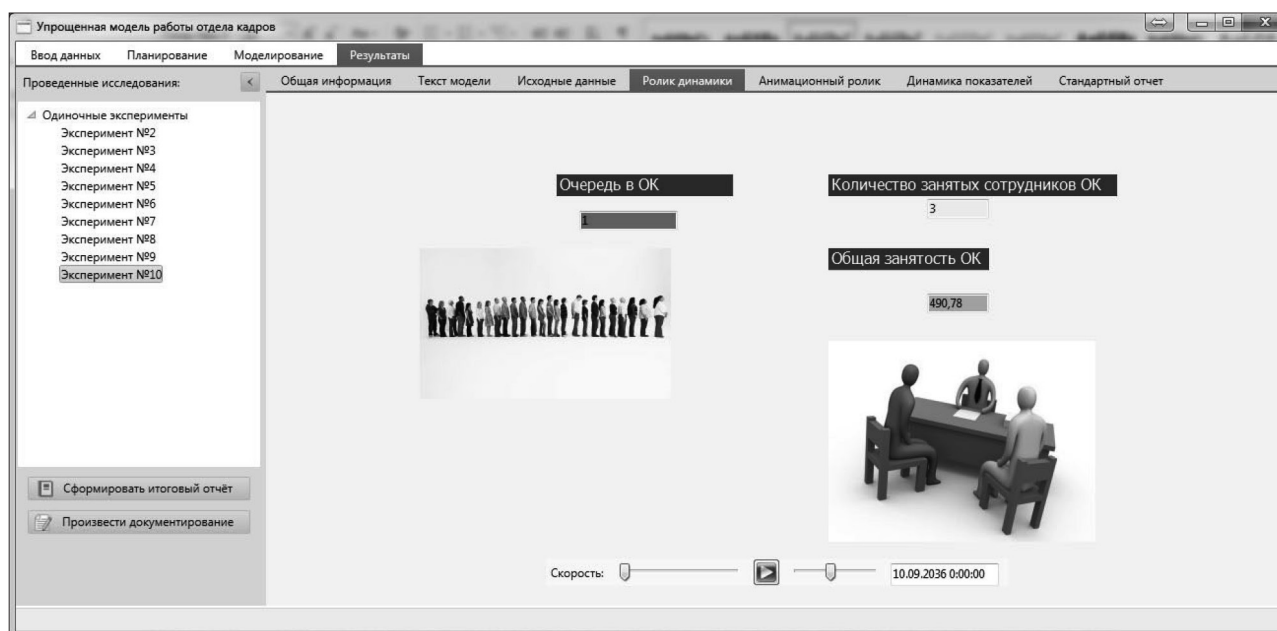


Рис. 5. Анализ результатов моделирования в виде ролика динамики

ном нами приложении показано на рис. 5.

В процессе последовательного проведения экспериментов можно выделить наиболее чувствительные для выбранных факторов показатели. Для повышения глубины исследования и более быстрого выявления закономерностей в любом приложении GPSS Studio имеется возможность представления результатов в табличном, графическом и

анимационном виде. На рис. 6 приведен пример графического вывода среднего процента загрузки сотрудников ОК в одном из экспериментов.

В зависимости от целей и задач исследования, имитационное приложение позволяет проводить не только одиночные эксперименты, разрабатывать и реализовывать необходимый пользователю планы серий направленных экспериментов. Кроме этого, в при-

ложении можно осуществлять оптимизационные эксперименты в соответствии с целевой функцией и имеющимися ограничениями (варьируемых факторов и наблюдаемых показателей). Пример управления планированием и реализацией экспериментами показан на рис. 7.

Существует еще множество других возможностей, которые помогают пользователю при проведении исследования. Это

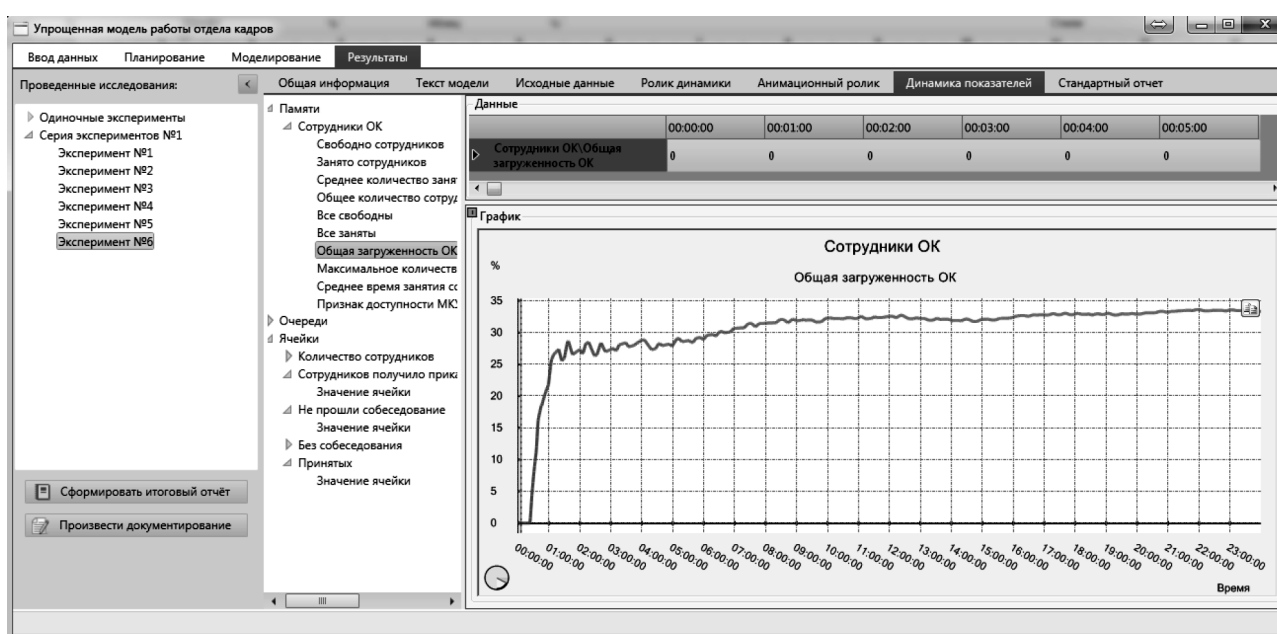


Рис. 6. Графический вывод результатов моделирования



Рис. 7. Планирование и реализация экспериментов в модели

следующие инструменты: проект имитационного исследования, база исходных данных модели (с выделением факторов для возможной вариации), база данных результатов моделирования (для хранения и анализа результатов экспериментов), итоговый отчет для формирования отчета об исследовании и выработке рекомендаций пользователю.

Таким образом, на простой задаче исследования ОК было показано, что совокупность всех возможностей и инстру-

ментов среды моделирования GPSS Studio позволяет формализовать, структурировать и глубоко проанализировать функционирование бизнес-процесса. Такое исследование дает возможность выделить «узкие места» бизнес-процесса, сформулировать для собственника системы рекомендации по их устранению. Все это является существенным дополнением к существующим возможностям системного анализа бизнес-процессов.

5. Заключение

В результате проведенного исследования возможностей среды моделирования GPSS Studio для создания модели и исследования бизнес-процессов, на примере простой модели отдела кадров, можно сделать следующие выводы и рекомендации:

— Графический редактор GPSS Studio может быть успешно использован при описании бизнес-процессов там, где необходим анализ

очереди, загрузки ресурсов и оценка временных показателей обслуживания.

– Из созданной графической схемы, указанных связей и моделей логики отдельных блоков, автоматически генерируется синтаксически корректная модель процесса на известном и апробированном языке имитационного моделирования GPSS World.

– На основе такой модели средствами среды в терминах предметной области исследуемого процесса можно построить имитационное приложение, которое отделяется от

среды моделирования и работает независимо.

– Используя имитационное приложение, можно организовать комплексное имитационное исследование данного бизнес-процесса посредством проведения одиночных экспериментов и серий направленных экспериментов.

– При правильной и корректной постановке задачи оптимизации может быть найдено наилучшее решение в рамках заданных ограничений

– Так как в идеологии GPSS Studio заложена воз-

можность создания предметно-ориентированных библиотек типовых решений, то для более быстрой разработки модели в будущем можно создать библиотеку наиболее популярных нотаций описания бизнес-процессов – IDEF, BPMN, DFD диаграмм.

– При построении такой библиотеки необходимость ручного программирования на GPSS при исследовании практически отпадет, так как модель бизнес-процесса можно собирать простым конструированием из стандартных «кирпичиков» (блоков).

Литература

1. Буч Г., А. Якобсон А., Рамб Дж. UML Классика CS пер. со 2-го англ. изд. СПб.: Питер, 2006. 736 с.
2. Колетски П., Дорси П. Oracle Designer Настольная книга пользователя. М.: Лори, 1999. 620 с.
3. Маклаков, С.В. BPwin и ERwin: CASE-средства разработки информационных систем. 2-е изд., испр. и доп. М.: Диалог-МИФИ, 2001. 256 с.
4. Каменнова М., Громов А., Ферапонтов М., Шматалюк А. Моделирование бизнеса. М.: Вест-Мета Технология, 2000. 327 с.
5. Нартова А. Power Designer 15. Моделирование данных. М.: Лори, 2012. 480 с.
6. Скородумов П.В. Моделирование бизнес-процессов: подходы, методы, средства // Вопросы территориального развития. 2014. № 5. С.1-10.
7. Щербakov С.М. Имитационное моделирование экономических процессов в системе Arena: Учебное пособие. Ростов н/Д: Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), 2012. 128 с.

References

1. Buch G., A. Yakobson A., Ramb Dzh. UML Klassika CS per. so 2-go angl. Izd UML Classic CS Tr. from the 2nd Eng. ed. Saint Petersburg: Peter; 2006. 736 p. (In Russ.)
2. Koletski P., Dorsi P. Oracle Designer Nastol'naya kniga pol'zovatelya = Oracle Designer Handbook User. Moscow: Lori; 1999. 620 z. (In Russ.)
3. Maklakov, S.V. VRwin i ERwin: CASE-sredstva razrabotki informatsionnykh sistem. 2-ye izd., ispr. i dop = BPwin and ERwin: CASE-tools for developing information systems. 2nd ed., Rev.

8. Joines Jeffrey A., Roberts Stephen D. Simulation Modeling with Simio: A Workbook. Simio LLC. 2 edition (March 19, 2012). 336 p.
9. Альсова О.К. Имитационное моделирование систем в среде ExtendSim: учебное Пособие для академического бакалавриата. 2-е изд. М.: Издательство Юрайт. 2018. 115 с.
10. Jaret W. Hauge and Kerrie N. Paige Learning SIMUL8: The Complete Guide. Second Edition 2nd Edition. PlainVu Publishers. 2004. 981 p.
11. Malcolm Beaverstock, Eamonn Lavery Applied Simulation: Modeling and Analysis Using FlexSim Kindle Edition. FlexSim Software Products, Inc., 2011. 546 p.
12. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 400 с.
13. Емельянов А.А. Технология имитационного моделирования в системе Pilgrim // Прикладная информатика. 2006. № 3. С. 61-83.
14. Девятков В.В., Девятков Т.В., Федотов М.В. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO: учебное пособие / под общ. ред. В.В. Девяткова. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2018. 283 с.

and add. Moscow: Dialog-MEPhI, 2001. 256 s. (In Russ.)

4. Kamennova M., Gromov A., Ferapontov M., Shmatyuk A. Modelirovaniye biznesa = Business modeling. Moscow: Vest-Meta Technology; 2000. 327 p. (In Russ.)
5. Nartova A. Power Designer 15. Modelirovaniye dannykh = Power Designer 15. Data modeling. Moscow: Lori, 2012; 480 p. (In Russ.)
6. Skorodumov P.V. Modeling of business processes: approaches, methods, tools. Voprosy territorial'nogo razvitiya = Issues of territorial development. 2014; 5: 1-10. (In Russ.)

7. Shcherbakov S.M. Imitatsionnoye modelirovaniye ekonomicheskikh protsessov v sisteme Arena: Uchebnoye posobiye = Simulation of economic processes in the Arena system: Tutorial. Rostov-on-don: Rostov State Economic University (RINH); 2012. 128 p. (In Russ.)
8. Joines Jeffrey A., Roberts Stephen D. Simulation Modeling with Simio: A Workbook. Simio LLC. 2 edition (March 19, 2012). 336 p.
9. Al'sova O.K. Imitatsionnoye modelirovaniye sistem v srede ExtendSim: uchebnoye Posobiye dlya akademicheskogo bakalavriata. 2-ye izd = Simulation of systems in the environment of ExtendSim: a manual for academic undergraduate. 2nd ed. Moscow: Publishing house Yurayt; 2018. 115 p. (In Russ.)
10. Jaret W. Hauge and Kerrie N. Paige Learning SIMUL8: The Complete Guide. Second Edition 2nd Edition. PlainVu Publishers. 2004. 981 p.
11. Malcolm Beaverstock, Eamonn Lavery Applied Simulation: Modeling and Analysis Using FlexSim Kindle Edition. FlexSim Software Products, Inc., 2011. 546 p.
12. Karpov YU.G. Imitatsionnoye modelirovaniye sistem. Vedeniye v modelirovaniye s AnyLogic 5 = Simulation systems. Leading in modeling with AnyLogic 5. Saint Petersburg: BHV-Petersburg; 2006. 400 p. (In Russ.)
13. Yemel'yanov A.A. Simulation technology in the Pilgrim system. Prikladnaya informatika = Applied Informatics. 2006; 3: 61-83. (In Russ.)
14. Devyatkov V.V., Devyatkov T.V., Fedotov M.V. Imitatsionnyye issledovaniya v srede modelirovaniya GPSS STUDIO: uchebnoye posobiye / pod obshch. red. V.V. Devyatkova = Simulation studies in the modeling environment GPSS STUDIO: Tutorial / under the general. ed. V.V. Devyatkova. Moscow: High school textbook: INFRA-M; 2018. 283 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Владимир Васильевич Девятков

Д.э.н.,

Академия наук Республики Татарстан,
Казань, Россия

Эл. почта: vladimir@elina-computer.ru

Алексей Валерьевич Габалин

Институт проблем управления

им. В.А. Трапезникова РАН,

Москва, Россия

Эл. почта: gabalina@bk.ru

Information about the authors

Vladimir V. Devyatkov

Dr. Sci. (Economics),

Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan,
Kazan, Russia

E-mail: vladimir@elina-computer.ru

Alexey V. Gabalin

Institute of Management Problems

V.A. Trapeznikova RAS,

Moscow, Russia

E-mail: gabalina@bk.ru

Разработка модели управления инцидентами в информационной системе предприятия на основе трехуровневой архитектуры с использованием ключевых (релевантных) метрик

Целью исследования является повышение эффективности процесса управления инцидентами в информационной системе предприятия. В статье проведен анализ работ, посвященных совершенствованию процесса управления инцидентами. Обоснована целесообразность применения ряда ключевых метрик, позволяющих оценить степень достижения показателями процесса их целевых значений, т. е. оценить качество управления инцидентами: скорости решения инцидента, степени удовлетворенности пользователей сервиса и доступности каналов обработки обращений пользователей.

Проведен сравнительный анализ существующей модели процесса управления инцидентами и предлагаемой модели. Предлагаемая модель, включающая дополнительную линию поддержки, позволяет существенно улучшить ключевые показатели процесса обработки и разрешения инцидентов.

Научная новизна разработанных предложений заключается в комплексном использовании совокупности процессных, технологических и сервисных метрик, обеспечивающем построение более эффективной модели управления процессом обработки инцидентов.

Материалы и методы. Теоретическую основу исследования составляет анализ рекомендаций по применению метрик в соответствии: с методологией управления информационными технологиями COBIT, рекомендациями построения процесса управления инцидентами на основе библиотеки инфраструктуры информационных технологий ITIL, а также результатов научно-исследовательских работ российских и зарубежных ученых и публикаций ведущих организаций в области управления инцидентами в информационных системах предприятий. Проведен анализ метрик процессов управления инцидентами. Используются математические методы количественного из-

мерения ключевых метрик. Проведен анализ статистических данных, поступающих в службу технической поддержки процессов управления инцидентами.

Результаты. Обосновано применение ключевых метрик, с помощью которых решается задача оперативного реагирования на инциденты, их последующей обработки и разрешения в условиях обеспечения гарантированной доступности каналов обработки обращений. Разработана трехуровневая модель управления инцидентами, которая позволила более эффективно решать задачу управления процессами их обработки на основе комплексного применения ключевых метрик.

Заключение. В ходе проведенного исследования выявлены недостатки существующей модели процесса управления инцидентами. Проведен анализ метрик, используемых в существующих моделях процесса управления инцидентами. Обоснован выбор набора релевантных метрик, комплексное применение которых позволило разработать более эффективную модель управления инцидентами, отвечающую как требованиям потребителей услуг, так и требованиям, предъявляемым к функционированию информационной системы. Разработанная модель обеспечивает повышение качества обработки инцидентов (скорости, полноты, надежности).

Отличительной особенностью разработанной модели является использование объективных количественных характеристик, полученных на основе релевантных метрик процесса управления инцидентами, которые позволили обосновать предложения по совершенствованию существующей модели управления инцидентами в информационной системе предприятия.

Ключевые слова: модель управления инцидентами, ключевые (релевантные) метрики.

Andrei A. Mikryukov, Aleksina V. Kuular

Russian University of Economics named G.V. Plekhanova

Development of the Incident Management Model in an Enterprise Information System Based on a Three-Tier Architecture Using Key (Relevant) Metrics

The aim of the study is to increase the efficiency of the incident management process in an enterprise information system. The article analyzes the work on improving the incident management process. The expediency of applying a number of key metrics is substantiated, which makes it possible to assess the degree to which the process indicators achieved their target values, that is, assess the quality of the incident management: the speed of solving the incident, the degree of satisfaction of service users and the availability of channels for processing user requests. A comparative analysis of the existing model of the incidents' management process and the proposed model is performed. The proposed

model, which includes an additional support line, can significantly improve key indicators of incident handling and resolution process.

The scientific novelty of the developed proposals lies in the integrated use of a combination of process, technological and service metrics, which provides the construction of a more effective model of incident management.

Materials and methods. The theoretical basis of the study is the analysis of recommendations for the use of metrics in accordance with: the management methodology of the COBIT information technology, recommendations for building an incident management

process based on the ITIL library of information technology infrastructure, as well as the results of scientific research by Russian and foreign scientists and publications of leading organizations in the field of management incidents in enterprise information systems. The analysis of incident management process metrics is carried out. The mathematical methods of quantitative measurement of key metrics are used. The analysis of statistical data received by the technical support service for incident management processes was carried out.

Results. The use of key metrics is justified, with the help of which the task of promptly responding to incidents, their subsequent processing and resolution is solved in conditions of ensuring guaranteed access to channels for processing calls. A three-tier incidents' management model was developed, which made it possible to more effectively solve the problem of managing their processing based on the integrated use of key metrics.

Conclusion. The study revealed the shortcomings of the existing model of the incident management process. The analysis of metrics used in existing models of the incident management process is carried out. The choice of a set of relevant metrics is substantiated, the complex application of which allowed us to develop a more effective incident management model that meets both the requirements of service consumers and the requirements for the operation of an information system. The developed model provides improved quality of incident processing (speed, completeness, reliability).

A distinctive feature of the developed model is the use of objective quantitative characteristics obtained on the basis of relevant metrics of the incident management process, which made it possible to substantiate proposals for improving the existing incident management model in the enterprise information system.

Keywords: incident management model, key (relevant) metrics.

Введение

Эффективность деятельности компании напрямую зависит от слаженной (гармоничной) работы руководства бизнеса и ИТ-специалистов. Сложности в построении конструктивного диалога между руководством компании и ее ИТ-департаментом, приводят к росту издержек, выполнению достаточно большого объема рутинной работы. С целью ликвидации разрыва между руководством и ИТ-департаментом применяют различные подходы, например на основе методологии COBIT, которая вводит ряд показателей для оценки эффективности реализации системы управления информационными технологиями (ИТ) в компании [1, 2]. В ИТ-департаменте функционирует служба технической поддержки, которая решает задачи реагирования на различные инциденты (в статье не рассматриваются инциденты информационной безопасности), связанные с функционированием информационной системы компании. Под инцидентом понимается незапланированное прерывание или снижение качества ИТ-услуги [3, 4]. Инцидент может вызвать приостановку процесса предоставления сервиса или снижение качества его работы, в результате чего поступают массовые обращения от пользователей сервиса. Таким образом, под инцидентом можно понимать любое событие, не являющееся частью нормального (штатного) функционирования системы/сервиса/процесса [5].

Основной задачей службы технической поддержки, которая является составной частью ИТ-департамента является обеспечение поддержания непрерывности бизнеса путем управления жизненным циклом инцидентов. Скорость реакции на инцидент и сроки решения инцидентов, регистрируемых в службе технической поддержки, должны соответствовать значениям, принятым в Соглашении об уровне предоставления услуг (SLA), основном документе, регламентирующем взаимодействие службы ИТ и заказчика, в роли которого может выступать как бизнес-руководство, так и конечный пользователь услуги. Основная цель процесса управле-

ния инцидентами – скорейшее восстановление услуги для клиентов [5].

Для повышения эффективности процесса управления инцидентами используются многочисленные инструменты, как правило, это различные информационно-аналитические системы, такие как, HP ServiceDesk, IBM ServiceDesk, HelpDesk, Jira, BPM-Online. Подобные системы являются дорогостоящими, и их достаточно сложно адаптировать к нуждам конкретной службы технической поддержки, учитывая всю специфику ее работы.

Проведенный анализ показал, что существующие модели управления инцидентами в условиях функционирования распределенных информационных систем компании с большим количеством пользователей, в том числе удаленных, не в полной мере соответствуют предъявляемым требованиям, и не всегда обеспечивают необходимый уровень предоставления сервисов.

Научная новизна работы определяется обоснованием необходимости построения трехуровневой модели обработки инцидентов с использованием базы знаний, обеспечивающей поддержание процесса в актуальном состоянии и своевременное реагирование на поступающие запросы. Предложен подход, обеспечивающий повышение доступности каналов обработки обращений за счет определения их минимально необходимого количества. Использование релевантных метрик для объективной оценки степени достижения показателями процесса управления инцидентами их целевых значений позволило повысить эффективность последнего.

Анализ существующих моделей процесса управления инцидентами

Проблематике повышения эффективности процесса управления инцидентами посвящено достаточно большое количество исследований.

Так, в работе [6], предложен комплекс моделей, алгоритмов и программных средств на базе библиотеки ITIL, обеспечивающих повышение эффективности обработки запросов, поступаю-

щих в службу технической поддержки Интернет-провайдера за счет рационального распределения персонала по работам и приоритезации запросов пользователей.

В работе [7] анализируются вопросы повышения качества разрешения инцидентов. В ней представлены математические модели и методы управления инцидентами, в частности математическая модель, описывающая зависимость количества обращений от числа обслуживаемых рабочих мест.

В работе [8] для оценки и контроля качества ИТ-услуг предложено рассматривать сервисные показатели эффективности, такие как процент пропущенных звонков за период, процент решенных инцидентов за период, среднее количество заявок на второй линии поддержки за период и среднее количество заявок за период на одном сотруднике второй линии поддержки.

Анализ результатов исследований в области управления инцидентами в информационной системе предприятия показал, что существующие модели процесса управления инцидентами не в полной мере отвечают предъявляемым требованиям.

На рис. 1 представлена структурная схема типовой модели управления инцидентами [9, 10].

В основе модели лежит двухуровневая система обработки инцидентов, включающая 1-ю линию поддержки, на которой осуществляется регистрация инцидента, классификация возникшей проблемы и реализация этапа начальной поддержки. Если в ходе предоставления

начальной поддержки проблема устраняется, то инцидент закрывается. При невозможности решить инцидент в рамках первой линии инцидент направляется на вторую линию поддержки. Инженеры второй линии более глубоко исследуют возникшую проблему, диагностируют неисправности и направляют результат на первую линию для закрытия. Если проблему не удалось решить на второй линии технической поддержки, то проблема направляется на более глубокое исследование и диагностику, а первая линия информирует об этом пользователя [11].

Таким образом, в модели управления инцидентами на выходе генерируется сообщение пользователю о восстановлении сервиса, сохраняется запись об инциденте и запись о возникшей проблеме. При этом в базе знаний накапливается статистика: количество открытых инцидентов, отсортированных по приоритету, по прошедшему времени, по рабочим группам; количество инцидентов, разрешенных на каждой линии поддержки; среднее время решения инцидента в рабочей группе; среднее время восстановления сервиса, процент инцидентов, решенных в рамках крайнего срока и др. [12, 13].

При анализе существующей модели управления инцидентами выявлены следующие недостатки:

- образование очередей и низкая доступность каналов обработки обращений при массовых сбоях;

- на первой линии регистрация и классификация обращений занимает значительное время, при этом практически не остается время для консультирования и наиболее важным недостатком является не структурированность и неактуальность базы знаний, что приводит к невозможности ее использования в ходе разрешения инцидента;

- передача инцидента на 2-й уровень поддержки зачастую осуществляется до окончания его разрешения на 1-ом уровне. Проблема маршрутизации большинства инцидентов на вторую линию возникает из-за ограниченного времени на поиск ответа в существующей базе знаний. Указанная проблема существенно влияет на скорость разрешения инцидента;

- превышение установленных сроков обработки инцидента в соответствии с принятым на предприятии Соглашением об уровне оказания услуг (англ. Service Level Agreement, SLA). Каждый инцидент, зарегистрированный в информационной системе управления инцидентами, имеет свои сроки выполнения. Указанные в SLA уровни качества предоставления услуг, сроки восстановления и время доступности предоставляемых услуг должны соблюдаться [14,15].

С учетом сказанного, сформулирована задача разработки модели процесса управления инци-



Рис. 1 Существующая модель процесса управления инцидентами

дентами, которая должна обеспечить повышение его эффективности. С этой целью обоснована необходимость использования набора релевантных метрик, таких как: скорость устранения инцидентов; удовлетворенность пользователей качеством ИТ-поддержки; уровень доступности каналов обработки обращений. Для обеспечения более гибкого процесса обработки инцидентов разработанная модель процесса управления инцидентами включает дополнительную линию поддержки, обеспечивающую обработку сложных инцидентов, мониторинг ошибок, сбоев, имеющих критический и блокирующий приоритеты, следствием чего могут быть крупные финансовые риски, падение уровня сервиса, доступности, а также работоспособности сервиса.

Реализация предложенного подхода позволила существенно повысить значения указанных показателей (скорости решения инцидентов — на 43,4%, степени удовлетворенности пользователей — на 81 %, доступности каналов обработки обращений — на 45,4%).

2. Разработка трехуровневой модели управления инцидентами

Для повышения эффективности процесса управления инцидентами в соответствии с методологией COBIT и библиотекой ITIL применяются различные метрики, которые должны соответствовать принципам SMART (то есть быть конкретными, измеримыми, достижимыми, актуальными и привязанными к определенному интервалу времени) [16]. Метрики, представляющие собой количественные меры степени достижения процессами своих целей, позволяют оценить качество процесса управления инцидентами, возможности достигать запланированных результатов и в итоге оценить их эффективность.

В работах [6,7,8] рассмотрена классификация метрик с привязкой к компонентам информационной системы. Анализ метрик, представленных в методологии COBIT и библиотеке ITIL, показал, что множество существующих метрик соответствуют следующим основным классам объектов информационной системы: инфраструктура, процессы и сервисы. В соответствии с указанной классификацией, выделяют технологические (метрики компонентов и приложений, такие как производительность, доступность и др.), процессные (отражают эффективность функционирования внутренних процессов ИТ) и сервисные метрики (отражают качество предоставления услуги, значения параметров согласованных в SLA).

Для построения модели процесса управления инцидентами и определения наиболее значимых (релевантных) метрик рассматриваемого процесса принят во внимание тот факт,

что целью процесса управления инцидентами является гарантированное реактивное устранение последних, важным показателем которого является *скорость реакции на инцидент* [16,17]. Она позволяет дать количественную оценку затрат времени, потраченного на первой и второй линии поддержки при регистрации, классификации, консультировании, маршрутизации, детальном разборе инцидента, обращении к базе знаний и др.

Кроме того, одним из важных показателей является своевременность обработки обращений от пользователей (это особенно важно для конечного заказчика ИТ-услуги). В качестве показателя качества услуги со стороны пользователя используется метрика — *оценка удовлетворенности пользователей качеством ИТ-поддержки* [18]. Данная метрика позволяет количественно оценить, насколько удобной и быстрой была помощь, оказанная конечному пользователю — заказчику услуги.

В условиях достаточно большого потока обращений от пользователей с учетом возникающих сбоев необходимо обеспечить гарантированную *доступность каналов обработки обращений*, либо минимизировать (снизить) вероятность отказа в обслуживании, используя одноименную метрику.

Скорость реакции на инцидент может быть рассчитана следующим образом. Свойство процесса управления инцидентами таково, что свой вклад в скорость решения инцидента вносят все участники процесса его обработки. Для измерения данной метрики с учетом линий поддержки используется формула (1):

$$K_1 = \sum_i (W_{ij} \cdot R_{ij}) / \sum_i W_{ij}, \quad (1)$$

где: R_{ij} — рейтинг обработки i -того инцидента в j -той линии, определяемый формулой (2):

$$R_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если инцидент обработан в срок,} \\ 1 - \frac{t_{ij}}{T_i}, & \text{если инцидент просрочен и } t_{ij} \leq T_i; \end{cases} \quad (2)$$

W_{ij} — вес i -того инцидента для j -той линии, определяемый по формуле (3):

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } t_{ij} \leq T_i \\ \left(\frac{t_{ij}}{T_i} \right)^n, & \text{если } t_{ij} > T_i. \end{cases} \quad (3)$$

В формулах (2), (3) t_{ij} — время обработки i -ого инцидента в j -ой линии, T_i — максимальное время обработки i -ого инцидента, n — натуральный параметр алгоритма, обычно равный 1.

Показатель метрики K_1 рассчитывается следующим образом:

— если инцидент обработан своевременно, R_{ij} и W_{ij} равны 1;

— если инцидент просрочен, причем j -ая линия обрабатывала его дольше, чем полный срок

обработки T_i , рейтинг $R_{ij} = 0$, вес W_{ij} больше 1 пропорционально времени обработки в линии;

– если инцидент просрочен, но j -ая линия обрабатывала его, например, в течение половины срока, вес $W_{ij} = 1$, рейтинг $R_{ij} = 0,5$;

– если какая-то линия обрабатывала просроченный инцидент в течение короткого времени и, следовательно, вряд ли существенно повлияла на его просрочку, рейтинг R_{ij} будет близок к 1, то есть снижение значения метрики K_1 для этой линии будет весьма незначительным [19].

Для измерения удовлетворенности пользователей качеством ИТ-поддержки проводится оценка удовлетворенности непосредственно перед закрытием решенного инцидента, как правило, обеспечивается средствами веб-интерфейса системы автоматизации ITSM-процессов или по телефону – пользователя просят оценить, насколько он удовлетворен оказанной ему поддержкой по некоторой балльной шкале.

Численную оценку ответов пользователей (полученных как при закрытии их инцидентов, так и в результате проведения опроса) по произвольной целочисленной шкале удобно представить следующим образом, с помощью формулы (4):

$$K_2 = \frac{M - M_{\min}}{M_{\max} - M_{\min}} \quad (4)$$

где M – средний балл по ответам клиентов, $M_{\max}$ и $M_{\min}$ – минимальный и максимальный баллы по шкале оценок (для 5-ти балльной шкалы $M_{\max} = 5$ и $M_{\min} = 1$).

Для определения показателя метрики доступности каналов обработки обращений используется подход, рассмотренный в работе [20]. Процесс обращения пользователей в службу технической поддержки может быть представлен моделью массового обслуживания, позволяющей определить минимальное количество каналов обработки обращений, при котором вероятность отказа в обслуживании не превышает заданного значения. Количественная оценка вероятности отказа в обслуживании определяется по формуле (5):

$$P_{\text{отк}} = \frac{\rho^i}{i!} \cdot p_0; i = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

где $P_{\text{отк}}$ – вероятность отказа в обслуживании обращения, ρ^i – коэффициент загрузки каналов приёма обращений, определяет среднее число поступающих обращений, приходящих за среднее время обслуживания одного обращения, i – количество обращений, p_0 – вероятность отказа в обслуживании, когда система находится в состояниях $S_0, S_1, \dots, S_i$. Вероятность p_0 может быть рассчитана по формуле [7]:

$$p_0 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^i}{i!} \right)^{-1}; i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Проведенный анализ недостатков существующей модели позволил сформулировать требо-

вания к построению трехуровневой модели процесса управления инцидентами.

Модель процесса управления инцидентами должна отвечать следующим требованиям:

– обеспечение доступности каналов обработки обращений, исключающей их потерю;

– непрерывное поддержание базы знаний в актуальном состоянии;

– передача сложного инцидента для последующей обработки на дополнительную линию поддержки;

– исключение превышения установленных сроков обработки инцидента.

Разработанная модель представлена на рис.2.

В архитектуру модели для разгрузки специалистов 1-й и 2-й линий поддержки введена 3-я линия поддержки, обеспечивающая решение сложных инцидентов, требующих для этого дополнительных ресурсов.

Входными данными в модели являются обращения пользователей о прерываниях сервиса и сбоях. Обращения поступают на первую линию поддержки, которая осуществляет прием, регистрацию, классификацию, приоритизацию инцидентов и первичную консультацию. Каналы, по которым поступают обращения на первую линию: телефон, голосовое сообщение, электронная почта, социальные сети, мессенджеры, формы обратной связи через сайт, либо через мобильное приложение.

Линии поддержки используют единую базу знаний, которая обновляется в режиме реального времени. При отсутствии решения в единой базе знаний и невозможности оказания первичной консультации первая линия марш-



Рис. 2. Разработанная модель процесса управления инцидентами

рутизирует инциденты на вторую линию поддержки.

На второй линии поддержки осуществляется решение инцидентов и их детальный анализ. Новые решения, полученные в ходе анализа инцидента, добавляются в единую базу знаний и являются доступными всем линиям поддержки для последующих консультаций по подобным инцидентам. Если инцидент не удается решить на уровне второй линии поддержки, он маршрутизируется на третью линию поддержки.

На третьей линии поддержки, осуществляется мониторинг ошибок, обработка сложных инцидентов, сбоев, имеющих критический и блокирующий приоритеты, которые могут повлечь за собой крупные финансовые риски, падение уровня сервиса, доступность, работоспособность сервиса.

Рассмотренные выше метрики позволили получить объективные сравнительные оценки показателей эффективности процесса обработки инцидента на всех этапах его жизненного цикла с использованием существующей и разработанной модели. Результаты проведенных оценок представлены в разделе 3.

Сравнительный анализ показателей метрик существующей и разработанной модели

Сравнительный анализ проведен с использованием ключевых метрик: K_1 – скорость реакции на инцидент (метрика, учитывающая задержки обработки инцидента на соответствующей линии и отражающая степень соответствия времени обработки инцидента установленному); K_2 – степень удовлетворенности пользователей качеством и сроком решения инцидентов (доля своевременно закрытых инцидентов с учётом качества их обработки); $P_{отк.}$ – доступность каналов обработки обращений (вероятность отказа в обслуживании).

Значения метрики $P_{отк.}$ рассчитаны для первой линии поддержки, поскольку поток входящих обращений обрабатывается только на ней.

Для расчёта был использован следующий набор статистических данных, собранных на

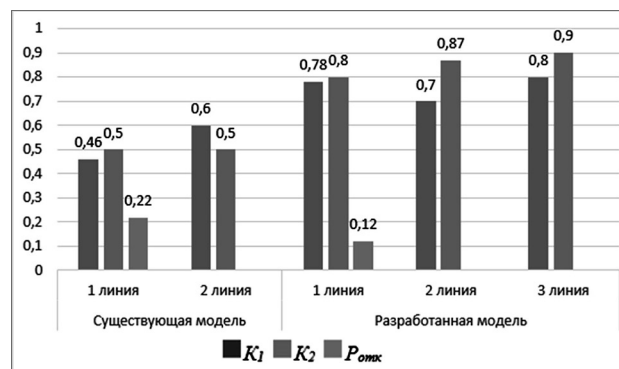


Рис. 3. Сравнительный анализ показателей метрик существующей и разработанной модели

протяжении определенного периода времени по результатам функционирования системы управления инцидентами ИТ-предприятия: сроки обработки инцидентов первой, второй и третьей линии, время обработки инцидента на первой, второй и третьей линиях, оценка качества консультаций первой линии по n -бальной шкале, оценка качества решения инцидента с учетом количества возвратов на доработку, оценка сроков решения инцидента, количество обращений за день/неделю.

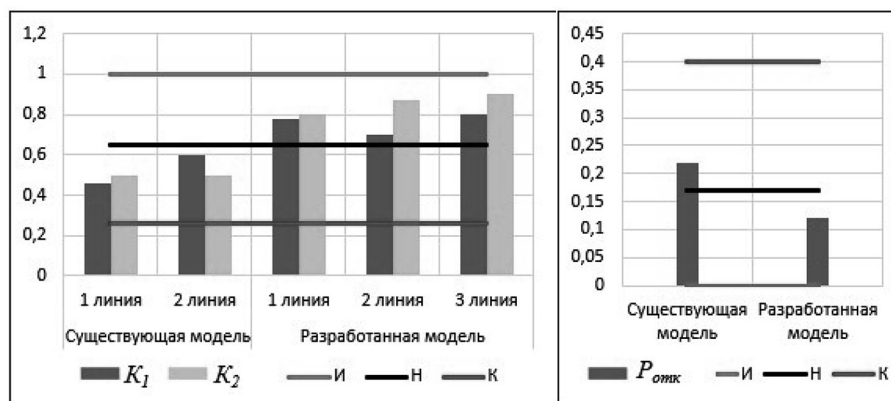
Результаты сравнительного анализа существующей и разработанной модели представлены на рис 3.

Скорость решения инцидентов K_1 на всех трех линиях поддержки в разработанной модели по сравнению с показателями существующей модели возросла на 43,4%. Степень удовлетворенности пользователей K_2 выросла на 81%. Доступность каналов обработки $P_{отк.}$ – на 45,4%.

Динамика изменения метрик и оценки степени их приближения к уровням: идеальный, регламентированный и критический представлены на рис 4.

Идеальный уровень (И) определяет значения, к которым метрика должна стремиться. Нормальный (регламентированный) уровень (Н) определяет среднее фактическое значение, соответствующее требованиям, регламентированным в SLA. Критический (недопустимый) уровень (К) свидетельствует о том, что про-

Рис. 4. Изменение показателей скорости решения инцидентов K_1 , степени удовлетворенности пользователей K_2 и вероятности отказа в обслуживании $P_{отк.}$ в существующей и разработанной моделях



цесс управления инцидентами не удовлетворяет установленным требованиям.

Сравнительный анализ показал, что в разработанной модели значения показателей ключевых метрик существенно лучше, чем в существующей модели.

В разработанной модели предполагается возможность использования альтернативных каналов обращения пользователей, таких, как голосовое сообщение, социальные сети, мессенджеры, формы обратной связи через сайт, либо через мобильное приложение. В существующей модели процесса управления инцидентами использование дополнительных каналов обработки обращений не предусмотрено, а при обращении через такие каналы как телефон и электронная почта – обращение зачастую попадает в очередь, что может быть приравнено к отказу в обслуживании. При обращении через электронную почту возникают ситуации, когда на почтовый сервер поступает достаточно большое количество писем, в результате чего срабатывает спам-фильтр и часть обращений теряется.

В разработанной модели предложено использование единой структурированной базы знаний, которая непрерывно актуализируется, доступ к ней открыт для всех линий поддержки, что позволяет в режиме реального времени обеспечить консультацию пользователя. Единая база знаний обеспечивает повышение уровня компетентности службы технической поддержки, что, в свою очередь, исключает передачу инцидента без предварительной консультации на вторую и третью линии поддержки.

Важное значение имеют сроки и качество разрешения инцидентов, большинство пользователей определяют качество услуги именно сроками устранения. Третья дополнительная линия поддержки обеспечивает решение приоритетных инцидентов в установленные сроки, а также путём мониторинга ошибок и проведения диагностики системы позволяет сделать прогноз причины инцидента и времени его устранения.

Заключение

Для достижения цели исследования – повышения эффективности процесса управления инцидентами в информационной системе предприятия был проведен анализ существующих подходов к его построению. В результате анализа выявлена типовая модель процесса управления инцидентами, позволившая определить наиболее существенные недостатки (образова-

ние очередей на обработку заявок, низкая доступность каналов обработки обращений, неструктурированность и неактуальность используемой базы знаний, проблема маршрутизации инцидентов, а именно передача инцидента на 2-й уровень поддержки без его разрешения на 1-м уровне, превышение установленных сроков обслуживания инцидентов и др.).

В соответствии с основополагающим принципами методологии COBIT и рекомендациями библиотеки ITIL разработана трехуровневая модель обработки инцидентов с использованием единой базы знаний, обеспечивающей поддержание процесса в актуальном состоянии и своевременное реагирование на поступающие запросы. Третья линия поддержки, осуществляет обработку сложных инцидентов, мониторинг ошибок и сбоев, имеющих критический и блокирующий приоритеты.

Предложен подход к обеспечению повышения доступности каналов обработки обращений путем расчета их минимально необходимого числа.

В разработанной модели предложено использовать единую структурированную базу знаний, которая актуализируется второй и третьей линиями поддержки. База знаний доступна для всех линий поддержки, этим самым решается проблема маршрутизации инцидентов на вторую линию поддержки без оказания первичной консультации на первой линии. Указанные предложения существенно повышают скорость обработки инцидентов, что положительно сказывается на степени удовлетворенности пользователей сервисом.

Для проведения сравнительного анализа предлагаемой и существующей моделей процесса управления инцидентами предложено использование релевантных метрик, позволяющих объективно оценить степень достижения показателями процесса их целевых значений, т.е. оценить качество управления инцидентами: процессной (скорости решения инцидента), технологической (доступности каналов обработки обращений), и сервисной (степени удовлетворенности пользователей). Обоснованы формальные математические методы количественной оценки указанных метрик.

Сравнительный анализ, проведенный в ходе исследования, показал, что при применении разработанной модели улучшились показатели скорости решения инцидентов на 43,4%, степени удовлетворенности пользователей на 81% и доступности каналов обработки обращений на 45,4%.

Литература

1. Готтшалк Петер, Солли-Сетер Ханс. ИТ-аутсорсинг. Построение взаимовыгодного сотрудничества (Managing Successful IT Outsourcing Relationships). Пер. с англ. А. Петров, А. Сатунин. Издательство: Альпина Паблишер, 2007. 394 с.
2. Уайт Терри. Чего хочет бизнес от ИТ. Стратегия эффективного сотрудничества руководителей бизнеса и ИТ-директоров (What Business Really Wants from IT: A Collaborative Guide for Business Directors and CIOs). Пер. с англ. А. Поплавская. Издательство: Гревцов Паблишер, 2007. 256 с.
3. Free ITIL, Best Management Practice, YeSSoft. [Электрон. ресурс]. 2017. 258 с. Режим доступа: http://www.wikiitil.ru/books/2017_Free_ITIL.pdf (Дата обращения: 30.04.2020)
4. ITSM Forum. Словарь терминов и определений ITIL 2011 на русском языке версии 2.0, 29 июля 2011г. на основе английской версии 1.0, 29 июля 2011г [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.itsmforum.ru/reference/itil-glossary/> (Дата обращения: 30.04.2020)
5. INTUIT, Национальный открытый университет. ITIL/ITSM - концептуальная основа процессов ИС-службы (курс лекций) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/1164/260/lecture/6640?page=2> (Дата обращения: 30.04.2020)
6. Иванов Д.Б. Разработка системы управления функционированием службы технической поддержки Интернет-провайдера на базе библиотеки ITIL: диссертация кандидата технических наук. Воронеж, 2008. 142 с.
7. Тушавин, В. А. Модели и методы управления качеством разрешения инцидентов при реализации информационно-коммуникационных услуг: диссертация кандидата технических наук. Санкт-Петербург, 2012. 175 с.
8. Шпер А. В. Сервисный менеджмент в информационных технологиях: диссертация кандидата экономических наук. Москва, 2007. 212 с.
9. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов Т.Л. Современные информационные технологии. М.: Форум, 2012 г. 512 с.
10. Тейлор Ш. Создание услуг высокого качества и управление ими. М.: itSMF России, 2012. 64 с.
11. Брукс Питер. Метрики для управления ИТ-услугами (Metrics for IT Service Management). Серия: Библиотека IBS, пер. с англ. В. Первушина. М.: Издательство «Альпина Паблишер», 2008. 288 с.
12. Журавлев Р. Иллюстрированный ITSM. М.: Лайвбук, 2013. 125 с.
13. Томпсон А.А., Стрикленд А. Дж. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа, 12-е издание, пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002.
14. Ингланд Роб. Введение в реальный ITSM (Introduction to Real ITSM). Пер. с англ. Р. Журавлев. М.: Гаятри/Livebook, 2010. 132 с.
15. Ян В.Б. (Jan van Bon). ИТ Сервис-менеджмент. Вводный курс на основе ITIL. Издатель: Van Haren Publishing, по заказу ITSMF Netherlands. 303 с.
16. Ян Ван Бон, Пондман Д. ИТ Сервис-менеджмент, введение. Перевод на русский язык под редакцией М.Ю. Потоцкого. М.: Открытые Системы, 2003.
17. Брукс Питер. Метрики для управления ИТ-услугами (Metrics for IT Service Management). Серия: Библиотека IBS, пер. с англ. В. Первушина. М.: Издательство «Альпина Паблишер», 2008. 288 с.
18. Inframanager. Управление инцидентами и проблемами — понятия и принципы [Электрон. ресурс]. Инфраменеджер. Режим доступа: <https://www.inframanager.ru/library/about-methodology/upravlenie-incidentami/> (Дата обращения: 30.04.2020)
19. Исайченко Д., Журавлёв Р. ITSM. Руководство по измерению. М.: Лайвбук, 2015. 141 с.
20. Статьи консультантов Cleverics. Изменение процесса управления инцидентами и запросами пользователей [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://cleverics.ru/subject-field/articles/589-incident-management-measurement>. (Дата обращения: 30.04.2020).

References

1. Gottshal'k Peter, Solli-Seter Khans. IT-outsourcing. Postroyeniye vzaimovygodnogo sotrudnichestva (Managing Successful IT Outsourcing Relationships). Per. s angl. A. Petrov, A. Satunin = IT outsourcing. Building a mutually beneficial collaboration (Managing Successful IT Outsourcing Relationships). Tr. from Eng. A. Petrov, A. Satunin. Publisher: Alpina Publisher; 2007. 394 p. (In Russ.)
2. Uayt Terri. Chego khochet biznes ot IT. Strategiya effektivnogo sotrudnichestva rukovoditeley biznesa i IT-direktorov (What Business Really Wants from IT: A Collaborative Guide for Business Directors and CIOs). Per. s angl. A. Poplavskaya = What the business wants from IT. An effective collaboration strategy for business leaders and IT directors (What Business Really Wants from IT: A Collaborative Guide for Business Directors and CIOs). Tr. from Eng. A. Poplavskaya. Publisher: Grevtsov Publisher; 2007. 256 p. (In Russ.)
3. Free ITIL, Best Management Practice, YeSSoft. [Internet]. 2017. 258 p. Available from: http://www.wikiitil.ru/books/2017_Free_ITIL.pdf (cited 30.04.2020)
4. ITSM Forum. Slovar' terminov i opredeleniy ITIL 2011 na russkom yazyke versii 2.0, 29 iyulya 2011g. na osnove angliyskoy versii 1.0, 29 iyulya 2011g = ITSM Forum. Glossary of ITIL 2011 terms and definitions in Russian version 2.0, July 29, 2011 based on the English version 1.0, July 29, 2011 [Internet]. Available from: <http://www.itsmforum.ru/reference/itil-glossary/> (cited 30.04.2020) (In Russ.)
5. INTUIT, Natsional'nyy otkrytyy universitet. ITIL/ITSM - kontseptual'naya osnova protsessov IS-sluzhby (kurs lektsiy) = INTUIT, National Open University. ITIL / ITSM - the conceptual basis of IP service processes (lecture course) [Internet].

Available from: <https://www.intuit.ru/studies/courses/1164/260/lecture/6640?page=2> (cited 30.04.2020). (In Russ.)

6. Ivanov D.B. Razrabotka sistemy upravleniya funktsionirovaniyem sluzhby tekhnicheskoy podderzhki Internet-provaydera na baze biblioteki ITIL: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk = Development of a control system for the functioning of the technical support service of the Internet provider based on the ITIL library: the dissertation of the candidate of technical sciences. Voronezh, 2008. 142 p. (In Russ.)

7. Tushavin, V. A. Modeli i metody upravleniya kachestvom razresheniya intsidentov pri realizatsii informatsionno-kommunikatsionnykh uslug: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk = Models and methods of quality management of incident resolution in the implementation of information and communication services: the dissertation of the candidate of technical sciences. St. Petersburg, 2012. 175 p. (In Russ.)

8. Shper A. V. Servisnyy menedzhment v informatsionnykh tekhnologiyakh: dissertatsiya kandidata ekonomicheskikh nauk = Service management in information technology: the dissertation of the candidate of economic sciences. Moscow, 2007. 212 p. (In Russ.)

9. Maksimov N.V., Partyka T.L., Popov T.L. Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii = Modern information technologies. Moscow: Forum, 2012. 512 p. (In Russ.)

10. Teylor SH. Sozdaniye uslug vysokogo kachestva i upravleniye imi = Creating and managing high quality services. Moscow: itSMF Russia; 2012. 64 p. (In Russ.)

11. Bruks Piter. Metriki dlya upravleniya IT-uslugami (Metrics for IT Service Management). Seriya: Biblioteka IBS, per. s angl. V. Pervushina = Metrics for IT Service Management. Series: IBS Library. Tr. from Eng. V. Pervushina. Moscow: Alpina Publisher Publishing House; 2008. 288 p. (In Russ.)

12. Zhuravlev R. Illyustrirovanny ITSM = Illustrated ITSM. Moscow: Livebook; 2013. 125 p. (In Russ.)

13. Tompson A.A., Striklend A. Dzh.

Strategicheskiy menedzhment: kontseptsii i situatsii dlya analiza, 12-ye izdaniye, per. s angl = Strategic Management: Concepts and Situations for Analysis, 12th edition. TR. from Eng. Moscow: Williams Publishing House; 2002. (In Russ.)

14. Inland Rob. Vvedeniye v real'nyy ITSM (Introduction to Real ITSM). Per. s angl. R. Zhuravlev = Introduction to Real ITSM (Introduction to Real ITSM). Tr. from Eng. R. Zhuravlev. Moscow: Gayatri/Livebook; 2010. 132 p. (In Russ.)

15. Yan V. B. (Jan van Bon). IT Servis - menedzhment. Vvodnyy kurs na osnove ITIL = IT Service Management. Introductory course based on ITIL Publisher: Van Haren Publishing, commissioned by ITSMF Netherlands. 303 p. (In Russ.)

16. Yan Van Bon, Pondman D. IT Servis-menedzhment, vvedeniye. Perevod na russkiy yazyk pod redaktsiyey M.YU. Pototskogo = IT Service Management, Introduction. Translation into Russian edited by M.Yu. Potocki. Moscow: Open Systems; 2003. (In Russ.)

17. Bruks Piter. Metriki dlya upravleniya IT-uslugami (Metrics for IT Service Management). Seriya: Biblioteka IBS, per. s angl. V. Pervushina = Metrics for IT Service Management. Series: IBS Library. Tr. from Eng. V. Pervushina. Moscow: Alpina Publisher Publishing House; 2008. 288 p. (In Russ.)

18. Inframanager. Upravleniye intsidentami i problemami – ponyatiya i printsipy = Incident and problem management - concepts and principles [Internet]. Infrastructure manager. Available from: <https://www.inframanager.ru/library/about-methodology/upravlenie-incidentami/> (cited 30.04.2020). (In Russ.)

19. Isaychenko D., Zhuravlov R. ITSM. Rukovodstvo po izmereniyu = ITSM. Measurement Guide. Moscow: Livebook; 2015. 141 p.

20. Stat'i konsul'tantov Cleverics. Izmereniye protsessa upravleniya intsidentami i zaprosami pol'zovateley = Articles consultants Cleverics. Measuring the process of managing incidents and user requests [Internet]. Available from: <https://cleverics.ru/subject-field/articles/589-incident-management-measurement>. (cited 30.04.2020). (In Russ.)

Сведения об авторах

Андрей Александрович Микрюков

к.т.н., доцент кафедры Прикладной информатики и информационной безопасности
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
Эл. почта: mikrukov.aa@rea.ru

Алексина Владимировна Куулар

старший специалист АО «ЦПЛ»,
аспирант кафедры Прикладной информатики
и информационной безопасности
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
Эл. почта: kuularalexa@mail.ru

Information about the authors

Andrei A. Mikryukov

Ph.D., Associate Professor of the Department of
Applied Informatics and Information Security
Russian University of Economics named G.V.
Plekhanova
Moscow, Russia
E-mail: mikrukov.aa@rea.ru

Aleksina V. Kuular

Senior Specialist Joint-Stock Company «Loyalty
Program Center», graduate student of the Department
of Applied Informatics and Information Security
Russian University of Economics named G.V.
Plekhanova
Moscow, Russia
E-mail: kuularalexa@mail.ru