



Научно-практический
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
Том 23. № 4. 2019

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», 2018

Подписано в печать 26.08.19.
Формат 60х84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 8. Тираж 1500 экз. Заказ

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

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

- Т.А. Воронова, А.И. Гретченко, М.Н. Кулапов,
В.М. Зуев, И.А. Калинина*
Разломы российского образования..... 4
- Е.Н. Клочкова, Н.А. Садовникова*
Трансформация образования в условиях цифровизации 13

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- А.А. Солодов*
Байесовская адаптация в пуассоновских когнитивных
системах..... 23
- В.М. Трембач*
Модульная архитектура интеллектуальной системы
для решения задач интернета вещей 32

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- С.С. Соколов, М.Н. Савельева, А.В. Митрофанова*
Реализация образовательных программ с применением
цифровых дистанционных образовательных технологий
в соответствии с требованиями к специалистам
плавсостава..... 44
- М.В. Ушакова, А.В. Габалин*
Использование электронной образовательной
среды для междисциплинарных связей на примере
профессиональной подготовки бакалавров по
направлению «Бизнес–информатика»..... 54



Scientific and practical reviewed
journal

OPEN EDUCATION
Vol. 23. № 4. 2019

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

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

© Plekhanov Russian University of
Economics, 2018

Signed to print 26/08/19.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 8. 1500 copies.
Order

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

CONTENTS

PROBLEM OF EDUCATION

- Tatyana A. Voronova, Anatoliy I. Gretchenko,
Mikhail N. Kulapov, Valeriy M. Zuev, Irina A. Kalinina*
Russian education faults 4

- Elena N. Klochkova, Natalya A. Sadovnikova*
Transformation of education in the conditions of digitalization. 13

METHODICAL MAINTENANCE

- Aleksander A. Solodov*
Bayesian adaptation in Poisson cognitive systems..... 23

- Vasily M. Trembach*
Modular architecture of the intellectual system for solving
the problems of the internet of things..... 32

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Sergey S. Sokolov, Marina N. Saveleva,
Anastasiya V. Mitrofanova*
Implementation of educational programs with digital distance
education technologies complying with the requirements for
ship crew members 44

- Mariya V. Ushakova, Aleksey V. Gabalin*
The use of electronic educational environment
for interdisciplinary relations on the example of professional
study on business – informatics bachelor program 54

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 радиозлектроники 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. Pozdneeov, 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

Vasilii 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

Разломы российского образования*

Несмотря на принимаемые усилия, многообразные и прогрессивные новации в системе образования остаются ряд общенациональных проблем, обозначаемых как «разломы» российского образования, которые не позволяют достичь поставленных стратегических целей. В связи с существующей ситуацией, целью проведенного исследования является провести анализ эволюции реформирования отечественной системы образования на протяжении длительного исторического периода, проанализировать содержание нормативно-правовых актов, касающиеся российского образования, в частности Закон РФ «Об образовании в Российской Федерации», проанализировать формирование целей образования и проблемы, стоящих в настоящее время перед Министерством науки и высшего образования РФ, Министерством просвещения РФ и самостоятельным федеральным органом управления — Рособrnadzor.

На основе проведенного анализа в статье рассматриваются две концепции основных моделей образования; европейской и англо-американской. Отмечается, что российское образование в настоящий период времени, как и другие общественные институты, по многим параметрам находятся на развилке между двумя моделями систем управления.

Материалы и метод. В качестве методов исследования был выбран сравнительный анализ подходов к управлению образованием, а также методы сценарного моделирования и структурно-функционального анализа.

Результаты проведенного сравнительного анализа позволяют заявить о том, что Российское образование в настоящий период времени, находятся на развилке выбора системы управления, выбор которой скрыт в «соперничестве» двух концепций основных моделей образования: европейской или англо-американской.

Европейская модель предполагает ориентацию образования на формирование личности, в основе англо-американской модели лежит утверждение о необходимости ориентации формирования личности в режиме прагматичности.

Поведенный анализ позволяет сформулировать заключение, что выбор системы управления во многом зависит от социально-экономической среды и происходящих в стране процессов.

Ключевые слова: российское образование, болонский процесс, система образования, сфера образования, образованность нации, научно-образовательное сообщество

Tatyana A. Voronova¹, Anatoliy I. Gretchenko^{1,2}, Mikhail N. Kulapov¹,
Valeriy M. Zuev¹, Irina A. Kalina¹

¹Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

²Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Russian education faults

Despite the efforts made, various and progressive innovations in the education system remain a number of national problems, referred to as the “faults” of Russian education, which do not allow to achieve the strategic goals.

The purpose of the study: to analyze the evolution of the reform of the domestic education system for a long historical period, analyzes the content of legal acts relating to Russian education, in particular the Law of the Russian Federation “On education in the Russian Federation”. The formation of education goals and the problems currently facing the Ministry of science and higher education of the Russian Federation, the Ministry of education of the Russian Federation and the independent Federal authority — Rosobrnadzor are analyzed.

Two concepts of basic models of education, European and Anglo-American, are considered. It is noted that the Russian education in the present period of time, as well as other public institutions, in many respects are at the crossroads between the two models of management systems.

Materials and method: comparative analysis of approaches to

education management, as well as methods of scenario modeling and structural and functional analysis were chosen as research methods.

The results of the comparative analysis allow us to state that the Russian education now, are at the crossroads of the choice of management system, the choice of which is hidden in the “rivalry” of the two concepts of the main models of education: European or Anglo-American.

The European model assumes orientation of education on formation of the personality, the statement about need of orientation of formation of the personality in the mode of pragmatism is the basis of the Anglo-American model.

The analysis allows us to conclude that the choice of management system largely depends on the socio-economic environment and the processes taking place in the country.

Keywords: Russian education, Bologna process, education system, sphere of education, education of the nation, scientific and educational community

* Статья подготовлена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта № 8-010-00534 «Разработка методологии, алгоритма и методики прогнозирования потребностей цифровой экономики России в квалифицированных кадрах в профессионально-квалификационном разрезе».

Введение

Конкретное воплощение грандиозных замыслов в сфере образования началось с так называемого «Болонского процесса», стартовавшего в 1988 году, когда была сформирована «Всеобщая хартия университетов», провозглашавшая совершенно безобидные вещи — автономию и равноправие университетов, а также неразрывную связь образовательного и научно-исследовательского процессов [9].

Управление российским образованием претерпело также очередную реорганизацию, когда произведено преобразование Министерства образования и науки в Министерство науки и высшего образования и Министерство просвещения [8], при этом сохранена Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки.

Российская государственность в течение последних десятилетий перманентно «беременна» идеями реформирования системы управления вообще, а в отношении образования в особенности, и время от времени разрешается от этого бремени глобальными либо локальными его преобразованиями, модернизациями, в том числе, в форме объединения, либо разделения ответственных за образование министерств и ведомств.

Несправедливо было бы отрицать необходимость подобных изменений, поскольку динамично меняющиеся условия жизни общества, его запросов к образованию, стремлениями выведения его на уровень современных мировых и отечественных требований и достижений приводят к появлению новых, имеющих концептуальный характер изменений в отношении деятельности образования и системы управления им с учетом положения функционирования Россией в статусе глоболизирующимся мире как державы с общецивилизационным уровнем,

развития достойного мировым партнером в шестом технологическом укладе [10].

В этом аспекте постоянными индикаторами статуса, уместно считать следующие:

— во-первых, уровень развития и, прежде всего признания науки, который выражается в достойной востребованности результатов труда ученых и одновременно высокой ответственности за своевременное и высококвалифицированное внедрение результатов научных наработок (пример, опыт СССР середины XX века: рынок трех «К» — Курчатова, Королева, Келдыша, ядерная держава и первые в космосе);

— во-вторых, уровень образования, выражающийся в доступности, качестве и способности быть наравне с высокоразвитыми странами. На время прорыва трех «К» наша страна в развитии образования не была первой в мире, но и не была отстающей;

— в-третьих, физическое и духовное здоровье нации, не ограничивая этот индикатор только системой здравоохранения и функционированием учреждений культуры, культурными структурами и т.д.;

— в-четвертых, отношением общества к состоянию и рациональному поведению в области природопользования [2].

Основная часть

Набор индикаторов статуса можно дополнять и модифицировать. Однако только в условиях квалифицированного, высококомпетентного отношения к четырем отмеченным индикаторам, их конвергенции общество может и должно претендовать на надежное международное признанное партнерство в мирохозяйственных связях будет способно к надежному развитию производительных сил и своевременному совершенствованию производственных отношений.

Если смотреть конвергентно на проблему реализованности всех четырех индикаторов, то, безусловно, положительное воздействие их на социально-экономическое развитие системы, корреспондирующееся с требованиями технологического уклада, возможно только обществу широко образованных граждан страны.

Аналитический обзор позволяет сделать вывод, что в настоящее время роль университетов в формировании шестого технологического уклада в целом невелика. Так, по данным Агентства стратегических инициатив [3], рынок образовательных услуг для фабрик будущего составляет 0,9%, что, в отличие от всех других направлений развития, является последней позицией. Технологический уклад ушел намного вперед по сравнению с позициями университетов в этом процессе, что говорит о неполном соответствии университетов и научных организаций современным вызовам экономики [3].

Следует также отметить, что анализ разработок и использования интеллектуальной собственности позволяет утверждать об отсутствии явных свидетельств активной роли сферы науки и образования в развитии шестого технологического уклада. Так, например, государство направляет в сферу нанотехнологий значительные ресурсы, в том числе в организации образовательной сферы, но результативность этих организаций не только не остается прежней, но и снижается (рис. 1, рис. 2).

С 2013 по 2015 год количество использованных нанотехнологий приблизительно такое же, что и в течение 2015–2018 гг., при том, что скорость требований к технологическим изменениям возрастает с каждым годом.

Для обеспечения конвергентной действенности одновременно всех индикаторов

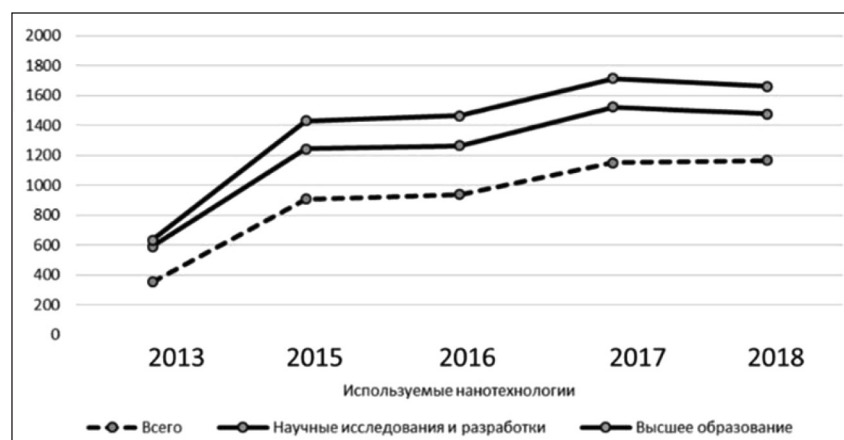


Рис. 1. Количество использованных нанотехнологий в 2013–2018 гг. [3].

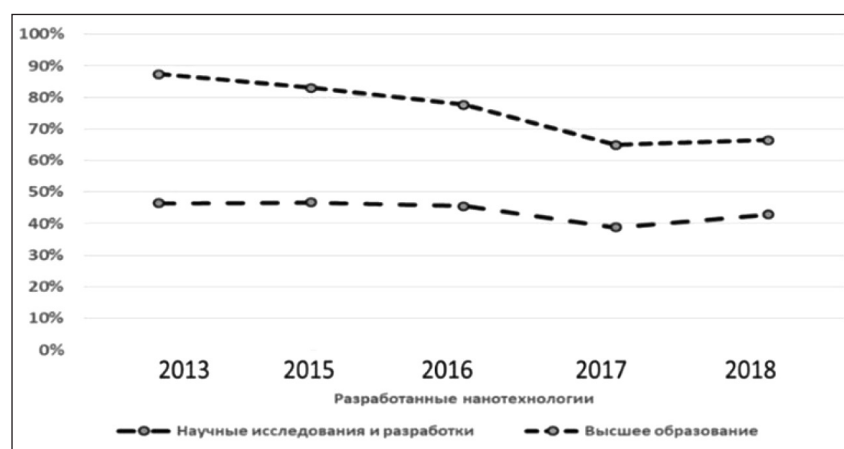


Рис. 2. Удельный вес разработанных нанотехнологий в науке и образовании в 2013–2018 гг. (в единицах) [3].

социального прогресса, один из них — «образованность нации» правомерно рассматривать как стержневой. Само по себе утверждение, что образование — становой хребет государства должно быть аксиомой. Так, например, в богатейшей стране США бытует поговорка «Америка богатая потому, что у нее богатые университеты».

К сожалению, в течение последней четверти столетия поведение государства представляется диаметрально противоположным к совершенствованию образования и к учреждениям науки. Наука и образование, как принято считать во всём мире, исторически интегрированы и создавались столетиями. Ни один император (или ему подобные лидеры наций) при всех реформациях не позволил осуществлять

разорительные действия по отношению к образованию. Положительное отношение к учителю (будь то школьный учитель или вузовский профессор) всегда было органичным качеством в обществе (исключения составляют государства фашистского типа, но они, как правило, исторически недолговечны).

В предвоенные годы, начиная с 30-х годов и до начала 80-х в области высшего образования имело место интенсивное развитие и совершенствование. В стране активно формировались вузы в Азиатской части — Урал, Сибирь, Дальний Восток. Их развитие осуществлялось в интеграции с формированием достаточно авторитетных Сибирского, Уральского и Дальневосточного отделений Академии наук, а также со строящимися и раз-

вивающимися субъектами хозяйствования. Это в основном были ровесники довоенных и первых послевоенных пятилеток. Даже в годы Великой отечественной войны были созданы ряд вузов. В 60 — начале 80-х годов кардинально решался вопрос выращивания научно-педагогических кадров, реализация которой заметно отразилась на качестве подготовки специалистов для реальной экономики, а начиная с 80-х годов, значимая доля научных и научно-педагогических кадров для вузов и научных учреждений Востока страны. Вузы и научные учреждения Академии наук наряду с учреждениями культуры и здравоохранения стали положительным брендом для регионов и городов страны. Однако с середины 80-х годов и до настоящего времени со стороны чиновников и иерархических структур мы имеем в адрес отечественного научно-образовательного сообщества преимущественно нигилистическое брюзжание, которое не могло деморализующее подействовать на отрицательное формирование морально-психологического климата в обществе. Неуклюжее перманентное реформирование системы высшего образования по регламентам зарубежных, во многом чуждых наук и экономических моделей не реализуемой ни одной европейской страной поставило подавляющее число вузов РФ из преуспевающих в положение догоняющих вузы — «мировые лидеры». Все это дополнено «партизанской» подготовкой реформы Академии наук и не менее «партизанскими» реформациями в организационной структуре высшей школы. Все это в сочетании с остаточным бюджетным финансированием образования и науки разрушительно действует на результативность функционирования учреждений образования и учреждений науки, а как след-

ствие формируются негативные настроения в отношении их ценности у значительной части граждан страны [5].

Заметим, что каждое такое изменение в образовании, особенно масштабное — реорганизация системы федеральных министерств и ведомств, их объединении и разделении, создание новых и ликвидация существующих, перераспределение функций между ними, принимает «вселенский» характер, поскольку ведет к «встряске» не только всей системы органов управления образованием, но и самих образовательных научных и иных организаций, которые должны адаптироваться к установкам требований и задачам со стороны обновленных федеральных органов управления [11, 6]. Эти органы определенное время сами осваивают «закрепленные» за ними секторы и сегменты образовательного пространства, отрабатывают алгоритм своей деятельности, систем образования, все это сопровождается разной значимости и остроты прямыми, до поры скрытыми конфликтными ситуациями.

К тому же эти процессы затрагивают интересы громадных слоев населения страны, других сфер деятельности общества, в первую очередь сферы труда (хотя и происходят трансформациями в образовании во многом именно под ее воздействием). Помимо всего этого, каждое реформирование сопровождается перегрузкой на встречах курсах между местами обитания министерств (Чистые пруды, Тверская-Ямская, Люсиновская, Садово-Сухаревская улицы) не только функций, но и гор деловых бумаг, оборудования, мебели. Интересно отметить, что огромное количество бумаг остается лежать невостребованным в кабинетах и коридорах помещений ранее существовавших подразделений реформированных министерств.

Процессы объединения и разделения органов управления образованием сводятся, во многом, к поиску рациональных вариантов руководства двумя главными его блоками системы образования: общего и профессионального [1].

Но задача эта весьма сложная и не находит пока еще удовлетворительного решения, о чем свидетельствует перманентность данного процесса, поскольку причинами этого являются объективные, присущие обоим блокам, различия в конкретных целях, построении содержания деятельности при одновременной, столь же объективной обусловленной необходимости, хотя бы для совместного преодоления имеющихся различий, в единстве блоков в рамках более высокого уровня целевого предназначения образования, единого образовательного пространства и единой государственной политики в образовании [4].

При этом в Российской империи с 1802г. было одно Министерство народного просвещения (с 1817 г.) - Министерство духовных дел и народного просвещения. Советский период начался с образования Народного Комиссариата просвещения. Далее время от времени шли «встряски» системы управления по его уровням образованием, и она была дифференцирована по его уровням. На последнем этапе существования СССР образование курировали три органа: Минвуз СССР, Минпрос СССР и Минпрофобр СССР. Аналогичные министерства действовали и в союзных республиках. В 1988 г. грянула их реформация, и был образован единый орган Госкомитет СССР по народному образованию. Обращаем внимание на его основу — народному образованию. Произошла консолидация управления образованием.

Активное движение в этом направлении в постсоветский

период вначале (до 1996 г.) существенного разделения органов управления общим и высшим образованием (вменяемых время от времени композициях второго), в 1996 г. последовало объединение этих органов в единое Министерство общего и профессионального образования, а в 1999 г. — реформирование в Министерство образования. Вновь последовала консолидация управления образованием. Но реформаторский настрой продолжал побеждать: уже в 2004г. этой консолидации был нанесен изощренный по технике удар. При сохранении существующего Министерства значительные функции были переданы вновь созданным четырём ведомствам, двум в области образования, в том числе Агентству по образованию, Агентству по науке, Службе по надзору в сфере образования и науке. За министерством осталось решение принципиальных задач функционирования, выработки стратегии развития образования; за агентством — решение оперативных задач, обеспечение его деятельности. За службой надзора — надзорно-контрольные функции в сфере образования.

Но и в процессе формирования новой системы управления, и в последующей деятельности, проявились лишь общие и контурные недостатки, присущие подобной дифференциации управления. Прежде всего, речь идет о частом пересечении функций министерства и ведомства, приоритете ведомств в принятии и реализации отдельных решений. Проявилась, например, можно сказать, «щекотливая» проблема: решение общих вопросов финансирования системы образования, объемов финансирования было в функциях министерства, а реальное финансирование организации образования — в функциях агентства, Естественно, такая ситуация время от времени

приводила к определенным конфликтам интересов этих ведомств. Имели место и другие проблемы совместной деятельности и в 2010 г. Агентство было благополучно упразднено и его функции переданы обратно в министерство.

Уже другого рода, но значимая ситуация, вызванная рассматриваемой дифференциацией управления, имела место при организации Службы надзора. По научной и практической логике, функции федерального органа надзора в образовании должны быть развернуты по всей вертикали управления образованием — на уровнях субъектов федерации и муниципалитетов и представлены в форме самостоятельных структур, для чего потребны определенные кадровые и материальные ресурсы.

Но если их как-то возможно выделить на уровне субъектов федерации и крупных городских муниципалитетов, то для более мелких, такая задача сразу же вызывает классический вопрос: «где деньги Зин?»

Ведь, помимо этого нижние этажи системы управления и так «обвешаны» так называемыми федеральными мандатами — переданными им, имеющими характер обязательств, полномочиями по развитию социальной сферы, но без финансовой составляющей. Понадобились многочисленные обсуждения, совещания, убеждения, кипы бумаг для нахождения приемлемых решений этого вопроса [5].

Как уже отмечалось авторами данной статьи, деятельность рассматриваемой системы органов управления завершилась очередной ее реорганизацией в форме преобразования в Министерство образования и науки в два, при сохранении Службы по надзору в качестве самостоятельно федерального органа управления.

Несмотря на принимаемые усилия, многообразные, про-

грессивных порой новаций постоянно продолжает оставаться ряд общенациональных и более локальных проблем, обозначаемых нами как «разломы» образования, к которым можно отнести:

- нарушенные концептуальные традиции необходимости единства созидательного и образовательного предела: более полная реализация воспитательного компонента в системе общего и снижение уровня его реализации в профессиональном образовании, в ущерб социально-гуманистическому развитию личности обучающего;

- слабость процессов конвергенции научно-образовательного сообщества с реальной экономикой;

- недостаточная финансовая база образовательных учреждений и значительная региональная дифференциация заработной платы учебного персонала за одни и те же содержания и учебную нагрузку: наука и образование должны быть защищены бюджетным финансированием;

- постоянная нерешаемая проблема механизма поддержания преемственности обучения на разных уровнях профессионального образования: решение этой проблемы идет в основном в эклектическом плане, в деятельности конкретных учебных заведений;

- разночтения между школами и вузами по поводу ЕГЭ: избыточная формализация оценки уровня знаний, обучающихся имеет тестовый характер характеризующий объемом знаний, но не умение ими пользоваться.

Ограничимся этим, поскольку перечень подобных явлений пессимистически обширен и разнообразен.

В этом отношении профессор Народного университета имени Мао Цзэдуна и член-корреспондент Академии наук КНР Цзинь Сычжан, с которым авторы статьи имеют

тесные научные контакты, выступая перед студентами МГТУ им. Баумана на конференции «Современные проблемы науки и образования», назвал единый государственный экзамен «главной угрозой развитию технологий в России» и «величайшей диверсией Запада». Учёный, стоявший у истоков создания реактора холодного синтеза, проанализировал данные об изменении уровня образования в 43-х странах мира за последние 30 лет. В итоге пришел к выводу, что страны, придерживающиеся традиционной системы экзаменов в средней школе, демонстрируют уверенный рост уровня подготовки выпускников в среднем на 3,0% в год, таким образом, за 30 лет качество образования там выросло почти вдвое. В то же время страны, в которых была введена тестовая оценка знаний учащихся, аналогичная ЕГЭ, демонстрировали сначала медленный, а потом лавинообразный обвал уровня качества выпускников. Согласно приведенным данным, в России падение качества образования за последние 10 лет составило более 61,0%. За аналогичный период в китайских школах, где ЕГЭ введен не был, этот показатель повысился на 39,0%. «Это не просто катастрофа, это верный путь к уничтожению. В Советском Союзе была лучшая в мире система образования и проверки знаний учащихся. Теперь же Запад провёл против вас величайшую диверсию, навязав вам гибельную систему ЕГЭ, уничтожающую знания, готовящую рабов и биороботов. Несомненно, этот экзамен - главная угроза развитию технологий в России. В то время, как остальной мир идёт вперёд, ваши школьники обречены на деградацию и вечное отставание», — сказал Цзинь Сычжан.

Изложенные перипетии реформирования системы управления образованием, их пер-

манентность и цикличность невольно вызывают естественный вопрос: почему эти изменения особенно постсоветского периода проводимые под лозунгом совершенствования, повышения качества и эффективности управления его деятельностью, следовательно, и системы образования в целом, идет по одному и тому же кругу? Почему в методологии столь значимых для общества решений такое весомое значение приобретает сама форма предлагаемых реорганизаций, не базирующихся на углубленном понимании существа проблемы и возможных последствий реорганизации? И что мешает разорвать этот круг, что фундаментально препятствует этому?

Некоторые ответы на эти вопросы лежат, как говорится, на поверхности. Общество, страна пока еще осуществляет самый сложный этап перехода от одного политического и социально — экономического устройства, одного образа общественной жизни, к другому. При этом пока еще недостаточно отчетливо сложилось понимание и конечных целей этого перехода и механизма его осуществления. Постоянно возникают все новые проблемы сопряжений отечественного образования с практикой и опытом развитых и развивающихся стран, при том, что их опыт разноречив и во многом не применим в реальных российских условиях.

Но данные и подобные им обстоятельства главным образом зависят от внешней для страны политической, социально-экономической среды, от происходящих в ней процессов.

При этом, в контексте этих затрудняющих ход восходящего развития системы управления российского образования обстоятельств, логично выделяются, вытекающие из них некоторые более конкретные для образования, но также

имеющие фундаментальные, можно сказать, решающие обстоятельства, связанные с внутренними для страны проблемами еще в частности с четким позиционированием образования по поводу его места, целей в современном российском обществе и в обозримом его будущем.

В обоснование такого заключения, обратимся к основополагающим положениям Закона «Об образовании в Российской Федерации». В п. 1, ст. 2 закона дается понимание образования в двух взаимоувязанных в единое целое аспектах, суть которых без углубляющей детализации можно свести к следующему: во-первых, образование — это единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, осуществляемый в интересах человека, семьи, общества, государства; во-вторых — это совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ряда других компонентов, в целях разностороннего духовного, физического, профессионального развития человека. Примечательно, что в целом в тексте изложенного в п. 1, ст. 2 закона отсутствует понятие личности: оно отнесено к трактовке воспитания отдельно рассмотренному в п. 2, ст. 2. В то же время два приведенных определения образования характеризуют различные объекты: первое — процесс развития, второе — качественное состояние личности обучающегося, как результат процесса.

Конкретно понятие «личность», как субъект и объект образования в законе упоминается лишь в п. 11, ст. 2 в контексте задач отечественного образования.

Продолжим рассмотрение проблемы, сверяясь с законом. В ст. 10, говорится об образовании как системе, включающей составную нормативную документацию элементов учебных заведений, педагоги-

ческие курсы, организации, осуществляющие деятельность в сфере образования.

Термины: система, сфера образования используются в тексте неоднозначно, как бы замещая по смыслу отсутствующий термин. Показательной в этом отношении является ст. 89, где говорится об управлении в сфере образования, далее планировании в системе образования.

Здесь, сделаем отступление и отметим, что сферой, в соответствии с общепринятой трактовкой, понимается некая объемная совокупность в определенной мере однородных, либо в чем-то взаимосвязанных видов деятельности, интересов, но не представляющих при этом единый комплекс.

В свою очередь, система, системность в общепринятом смысле, понимается как качественная характеристика уровня, прежде всего степени упорядоченности какого-либо объекта, взаимосвязей, образующих его предметов, явлений, протекающих в нем процессов, но не характеристика самого объекта, его сути. При этом системность может быть присуща лишь целостному объекту, именно уровень целостности определяет и уровень системности.

Из этих положений, следует, что, во-первых, сфера в силу своей сути не может быть системно построенной, а иметь лишь признаки системности. Во-вторых, если образование, как объект определять понятием система, то сам этот объект «по определению», является целостным, то есть, системно организованным комплексом.

В последние годы значительный интерес к проектному управлению научной деятельностью в вузах.

Проектное управление необходимо вузам для эффективного управления коммерциализацией результатов интеллектуальной деятельности в рамках инновацион-

ных программ развития вузов. Вместе с тем в большинстве вузов сохраняется иерархическая организация управления научной деятельностью (функциональная или линейно-функциональная), плохо адаптирующаяся к горизонтальной интеграции подразделений, необходимой для инновационной деятельности. Однако это не означает отказа от сложившейся в вузе системы управления научной деятельностью. Напротив, речь идет о необходимости развивать процессы, направленные на изменение сфер влияния, ролей и ответственности, направлений взаимодействия между подразделениями университета в единстве с построением организационной структуры управления.

Преодолением этой проблемы является создание системы проектного управления научной деятельностью вуза [7].

В то же время рассмотрение вопроса о понимании с учетом изменяющихся различных нормативных понятий и формулировок образования показывает образование как комплекс, включающий государственные стандарты и требования в образовательные процессы, их результаты, сеть образовательных организаций соответствующего профиля, научные и методические организации, органы управления образованием, кадровый персонал всех этих организаций. Но поскольку этот комплекс не определен как целостный объект управления, то он не может выступать им в форме системы, тем более в форме сферы. Кстати, сложность завершенности, четкости характеристики образования, как объекта управления, показывает и соответствующая формулировка ЮНЕСКО, согласно которой, термин «образование» включает в себя все виды деятельности, осуществляемой в целях удовлетворения образовательных потребностей. В таком

виде образование, как объект в большей мере предстает в форме сферы. Отсутствие единообразного определения образования как объекта управления, его расплывчатость, затрудняет построение управления им, способствует «сепаратизму» его основных блоков.

Заключение

Рассмотрение понимания сути образования как определенного объекта, сложностей формулировки понятия об этом объекте, приводит к необходимости оценки такого его базового признака как целостность. В общепринятом понимании образование таковым и является, однако с такой трактовкой образование на законодательном уровне РФ пока еще не представлено, в то время как наличие, степень, уровень целостности образования само по себе, и в практической интерпретации во многом определяет саму идею, концепцию управления образованием, его организацию, поскольку единство проведения какой-либо политики во многом зиждется на единстве, целостности объекта политики. При понимании под образованием некоего определенного целостного объекта дело должно обстоять именно таким образом.

Как уже говорилось, к числу недостаточно разработанных проблем, следует отнести совершенствование, формулирования целей образования. Представляется удивительным, но при тщательном рассмотрении законодательных положений дело обстоит именно таким образом. В этом вопросе проходят очередные системные «разломы» образования.

В частности, речь идет о постоянном открытом и скрытом «соперничестве» двух концепций основных моделей образования: так называемых европейской и англо-американской. В основе первой, исторически сложившейся

лежит исходное положение общегуманистической его функции, предполагающей ориентацию образования на формирование личности, как таковой, на развитие взаимосвязанных духовных, интеллектуальных, физических ее компонентов, в состав которых входит компонента готовности и способности к трудовой деятельности. Одновременно происходит и социализация — процесс становления личности, следовательно, «индивида», как активного участника жизнедеятельности общества.

Такая модель, скажем, социально-ориентированного образования имеет и соответствующую развитую общественную, государственную систему финансирования, и, обусловленную этим, доступность образования.

В основе другой идеи лежит утверждение необходимости ориентации образования на формирование личности в режиме прагматичности, подготовки ее к трудовой деятельности, в условиях конкретной рыночной экономики. Естественно, что также формируется как активный участник жизнедеятельности общества, но уже с несколько иных позиций понимания самого себя и своего назначения. При этом понятие «личность» все более ассоциируется с понятием «человеческий капитал», по нашему мнению, имеющим чисто рыночный экономический смысл и характеризующим личность как элемент процесса движения капитала, ее место в этом процессе, но отсюда не как саму личность, уровень ее многогранного развития. Естественно, что при «рыночном» раскладе цели, задачи целостного развития личности не являются актуальными.

Данной модели присуща и специфика: в меньшей мере осуществляется прямое государственное финансирование образования и значительно большая часть средств

поступает от негосударственных источников, в том числе в виде платы студентов за обучение.

Однако в целом общие объемы, и по отношению на одного обучающегося финансирования образования, в США значительно выше, чем в Европе. По сравнению с российскими они просто огромны.

Обе модели показывают достаточно высокую результативность, но вызывают разное общественное восприятие в разных группах стран, что во многом обусловлено различиями их общественного менталитета.

Российское образование в настоящий период времени, как и другие общественные институты, по многим параметрам находятся на развилке между двумя этими моделями, но ощущается определенная ориентация на вторую, хотя и сдерживаемую теми же ментальными чертами отношения к образованию, как к самодостаточной социально-гуманной ценности, что и проявляется в рассматриваемом вопросе о цели нашего образования, которая как было показано также дифференцирована по двум основным блокам

образования — общеобразовательным и профессиональным.

В заключительной части статьи вновь обратимся к положениям Закона об образовании. В отношении первого блока в ст. 2 определено, что общее образование направлено на развитие личности, и это является принципиально важным; но далее содержится положение о направленности профессионального образования на приобретение обучающимися знаний, умений, навыков и компетенций, позволяющих вести профессиональную деятельность.

Литература

1. Волошина И.А., Новиков П.Н., Зуев В.М. Понятие профессии в составе профессионально-трудовой и образовательной терминологии // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2016. № 10. С. 85–97.

2. Зуев В.М., Манахов С.В., Галанов В.А., Гагиев Н.Н. Непрерывное профессиональное образование как базовый фактор формирования человеческих ресурсов: состояние, проблемы, пути развития. М.: РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2018. 215 с.

3. Калинина И.А. Инновационные стратегии управления воспроизводством научного потенциала экономических вузов: дис. докт. экон. наук: 08.00.05. М., 2019. 331 с.

4. Кулапов М.Н., Масленников В.В., Шкляев А.Е. Образовательно-научный центр «Менеджмент» как управленческая инновация: опыт и проблемы // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2017. № 1 (91). С. 93–104.

5. Кулапов М.Н., Сергеев П.А. Российская интеллектуальная образованщина и проблемы реформирования высшей школы // Социология. 2016. № 2. С. 167–173

6. Кулапов М.Н. и др. РЭУ им. Г.В. Плеханова как конкурентоспособный университет бу-

дущего // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2017. № 6 (96). С. 5–14.

7. Масленников В.В. Организационные модели проектного управления научной деятельностью в российских университетах. // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2013. № 9 (63). С. 71–81.

8. Минобрнауки России запускает обсуждение будущего законопроекта «О научной и научно-технической деятельности в Российской Федерации» [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://minobrnauki.gov.ru/ru/press-center/card/?id_4=1519 (дата обращения: 30.05.2019).

9. Реформа образования в России: реальность и перспективы [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.hse.ru/news/34167660/36620576.html> (дата обращения: 30.05.2019).

10. Социальное партнерство в сфере высшего профессионального образования России: институциональные и организационно-управленческие аспекты: монография / под общ. ред. В.И. Гришина. М.: РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2013. 242 с.

11. Болонский процесс — историческая справка (до 2010 г.) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.econ.msu.ru> (дата обращения: 30.05.2019).

References

1. Voloshina I.A., Novikov P.N., Zuyev V.M. The concept of a profession as part of professional labor and educational terminology. Natsional'nyye interesy: priorityty i bezopasnost' = National interests: priorities and security. 2016; № 10: 85-97. (In Russ.)

2. Zuyev V.M., Manakhov S.V., Galanov V.A., Gagiyevev N.N. Nepreryvnoye professional'noye obrazovaniye kak bazovyy faktor formirovaniya chelovecheskikh resursov: sostoyaniye, problemy,

puti razvitiya = Continuing professional education as a basic factor in the formation of human resources: state, problems, development paths. Moscow: Plekhanov REU; 2018. 215 p. (In Russ.)

3. Kalinina I.A. Innovatsionnyye strategii upravleniya vosproizvodstvom nauchnogo potentsiala ekonomicheskikh vuzov: dis. dokt. ekon. nauk: 08.00.05 = Innovative strategies for managing the reproduction of the scientific potential of economic universities: dis. Doct. econ. Sciences: 08.00.05. Moscow; 2019. 331 p. (In Russ.)

4. Kulapov M.N., Maslennikov V.V., Shklyayev A.Ye. Educational and Scientific Center «Management» as a managerial innovation: experience and problems. Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova = Bulletin of the Plekhanov Russian Economic University. 2017; 1 (91): 93-104. (In Russ.)

5. Kulapov M.N., Sergeyev P.A. Russian intellectual education and the problems of reforming higher education. Sotsiologiya = Sociology. 2016; 2: 167-173. (In Russ.)

6. Kulapov M.N. et al. Plekhanov university as a competitive university of the future. Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova = Bulletin of the Plekhanov Russian Economic University. 2017; 6 (96): 5-14. (In Russ.)

7. Maslennikov V.V. Organizational models of project management of scientific activities in Russian universities. Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova = Bulletin of the Plekhanov Russian Economic University. 2013; 9 (63): 71-81. (In Russ.)

8. The Ministry of Education and Science of Russia launches a discussion of the future bill «On scientific, scientific and technical activity in the Russian Federation». [Internet]. Available from: https://minobrnauki.gov.ru/ru/press-center/card/?id_4=1519 (cited: 30.05.2019). (In Russ.)

9. Education reform in Russia: reality and prospects. [Internet]. Available from: <https://www.hse.ru/news/34167660/36620576.html> (cited: 30.05.2019). (In Russ.)

10. Sotsial'noye partnerstvo v sfere vysshego professional'nogo obrazovaniya Rossii: institutsional'nyye i organizatsionno-upravlencheskiye aspekty: monografiya / pod obshch. red. V. I. Grishina = Social partnership in the field of higher vocational education in Russia: institutional and organizational and managerial aspects: monograph. ed. V.I. Grishin. Moscow: Plekhanov REU; 2013. 242 p. (In Russ.)

11. The Bologna process - historical background (until 2010). [Internet]. Available from: <https://www.econ.msu.ru> (cited: 30.05.2019). (In Russ.)

Сведения об авторах

Татьяна Андреевна Воронова

д.э.н., профессор, проректор по учебной работе, персоналу и имущественному комплексу
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: Voronova.TA@rea.ru

Анатолий Иванович Гретченко

д.э.н., профессор, профессор кафедры
национальной и региональной экономики
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
профессор кафедры управления персоналом
и психологии
Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации, Москва, Россия
Эл. почта: Grettchenko.AI@rea.ru

Михаил Николаевич Кулапов

д.э.н., профессор, Научная школа «Управление
человеческими ресурсами»
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: Kulapov.MN@rea.ru

Валерий Михайлович Зуев

д.э.н., профессор, г.н.с. НИИ
«Новая экономика и бизнес»
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Ирина Анатольевна Калинина

к. психол. н., доцент,
доцент кафедры Теории менеджмента
и бизнес-технологий
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: Kalinina.IA@rea.ru

Information about the authors

Tatyana A. Voronova

Dr. Sci. (Economics), Professor, Vice-rector for
Academic Affairs, Staff and Property Complex
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Voronova.TA@rea.ru

Anatoliy I. Gretchenko

Dr. Sci. (Economics), Professor, Professor of the
Department of National and Regional Economy
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
Professor of the Department of Personnel
Management and Psychology
Financial University under the Government
of the Russian Federation, Moscow, Russia
E-mail: Grettchenko.AI@rea.ru

Mikhail N. Kulapov

Dr. Sci. (Economics), Professor, Head of Scientific
School «Human Resource Management»
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Kulapov.MN@rea.ru

Valeriy M. Zuev

Dr. Sci. (Economics), Professor, Chief Researcher,
Research Institute «New Economy and Business»
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia

Irina A. Kalinina

Cand. Sci. (Psychology), Associate Professor,
Associate Professor of Management Theory and
Business Technologies
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Kalinina.IA@rea.ru

Трансформация образования в условиях цифровизации

Целью исследования является проведение анализа современных тенденций в сфере образования в условиях цифровизации. В сложившихся современных экономических и технологических условиях требуются новые современные подходы к освоению ключевых компетенций цифровой экономики, обеспечению массовой цифровой грамотности специалистов и персонализации образовательного процесса. Для реализации указанной цели 28 мая 2019 года утвержден паспорт Федерального проекта «Кадры для цифровой экономики». В соответствии с целевыми индикаторами Проекта к 2024 году должны пройти обучение по онлайн программам развития цифровой грамотности; 120 тысяч человек должно быть принято на обучение по программам высшего образования в сфере информационных технологий; создано до 8 программ высшего образования в интересах цифровой экономики. Задача Исследования — установить, насколько поставленные цели реализуемы.

Материалы и методы. С целью описания текущей ситуации использованы методы описательной статистики. Приведен анализ информации, собранной в ходе социологического опроса, организованного и проведенного ППС кафедры статистики совместно с АНО «Совет по вопросам управления и развития» при Департаменте труда и социальной защиты населения города Москвы. Для наглядного представления данных применены методы визуализации данных. Обработка данных осуществлялась

с применением MS Excel и пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics.

Результаты. Проведенный анализ позволил определить основные тенденции в сфере образования. Выявленные тенденции доказали необходимость повышения качества образования с применением информационно-коммуникационных технологий. Результаты исследования демонстрируют о востребованности на рынке труда специалистов в сфере информационно-коммуникационных технологий, в том числе среди лиц с ограниченными возможностями. Мировые рейтинги свидетельствуют о невысоких позициях России по уровню привлечения специалистов, обладающих указанными навыками.

Заключение. Вместе с тем, реализуемые государством программы в сфере образования позволяют выстроить качественную систему образования на всех уровнях, включая и поддержку талантливой молодежи в математике и информатике, и подготовку высококвалифицированных кадров, соответствующих новым требованиям цифровой экономики, а также программ переподготовки и повышения квалификации по наиболее востребованным профессиям. Статья выполнена при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В.Плеханова».

Ключевые слова: цифровизация, образование, выпускники, информационно-коммуникационные технологии

Elena N. Klochkova, Natalya A. Sadovnikova

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Transformation of education in the conditions of digitalization

Purpose of the study is carrying out the analysis of current trends in education in the conditions of digitalization. In the put modern economic and technological conditions new modern approaches to development of key competences of digital economy, ensuring mass digital literacy of experts and personalisation of educational process are required. For realization of the specified purpose the passport of the Federal project “Shots for Digital Economy” is approved on May 28, 2019. According to target indicators of the Project by 2024 have to be trained on online to programs of development of digital literacy; 120 thousand people have to be accepted on training in programs of the higher education in the sphere of information technologies; about 8 programs of the higher education for the benefit of digital economy are created. The research problem — to establish as far as realizuyema goals.

Materials and methods. For the purpose of the description of the current situation methods of descriptive statistics are used. The analysis of information collected during the sociological poll organized and held by PPS of department of statistics together with ANO Council for Questions of Management and Development at Department of work and social protection of the population of the city of Moscow is provided. Methods of visualization of data are applied to evident

data presentation. Data processing was carried out with application of MS of Excel and a package of the IBM SPSS Statistics application programs.

Results. The carried-out analysis allowed to define top trends in education. The revealed trends proved need of improvement of quality of education with application of information and communication technologies. Results of a research show about demand in labor market of experts in the sphere of information and communication technologies, including among persons with limited opportunities. The world rankings testify to low positions of Russia on the level of involvement of the experts having the specified skills.

Conclusion. At the same time, the programs implemented by the state in education will allow to build a qualitative education system at all levels, including both support of talented youth in mathematics and informatics, and training of the highly qualified personnel conforming to new requirements of digital economy and also programs of retraining and professional development for the most demanded professions.

Keywords: digitalization, education, graduates, information and communication technologies

Введение

Цифровая экономика задает принципиально иные тренды, ориентированные на подготовку специалистов качественно иного уровня. И дело здесь даже не в том, что целый ряд специальностей из прежней экономики не только утратит свою востребованность, или вообще исчезнет с рынка труда. Многие будут зависеть от того, насколько конкретные знания, навыки и умения, полученные в процессе обучения будут согласовываться с форматом цифровой экономики, который сам будет претерпевать постоянные и достаточно быстрые изменения [1].

Подготовка специалистов такого уровня требует соответствующих навыков использования информационно-коммуникационных технологий у профессорско-преподавательского состава. Безусловно, положительным моментом является формат электронного образования. Появление онлайн курсов, с применением ИТ-технологий, позволяет в удобное время и в любом месте получать знания без участия преподавателя. В отношении самих образовательных программ также требуется постоянный мониторинг с целью их адаптации применительно к потребностям цифровой экономики. Сегодня студенты открыто заявляют о необходимости получения более углубленных знаний по дисциплинам в области обработки и анализа больших данных, статистики, прикладной информатики [2].

Для оценки потенциала использования цифровых технологий в образовательном процессе можно рассматривать два критерия — «результативность» и «экономическая эффективность». С позиции результативности это означает, что внедрение цифровых техно-

логий должно способствовать удовлетворению потребностей повышения качества образовательного процесса (например, самостоятельное изучение отдельных тем, сокращению сроков обучения (прохождения тем), индивидуализации обучения и т.п.). С другой стороны — использование той или иной цифровой технологии должно снижать издержки бюджетных (внебюджетных) расходов самого ВУЗа [3].

Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости получения реальных знаний и практических навыков в процессе освоения образовательных программ для успешного трудоустройства. По данным мониторинга 54% студентов наиболее важными факторами успешного трудоустройства считают именно практические конкретные знания и умения, при этом более 40% студентов требуются базовые теоретические знания, более трети необходимы аналитические навыки и методы анализа данных [4].

В Федеральном проекте «Кадры для цифровой экономики» установлены следующие целевые индикаторы:

- количество выпускников системы профессионального образования с ключевыми компетенциями цифровой экономики — до 800 тыс. человек;
- число принятых на программы высшего образования в сфере ИТ и по математическим специальностям — до 120 тыс. человек;
- доля населения, обладающей цифровой грамотностью и ключевыми компетенциями цифровой экономики — до 40%;
- количество специалистов, прошедших переобучение по компетенциям цифровой экономики в рамках дополнительного образования — до 1000 тыс. человек;

— место в рейтинге привлечения специалистов талантов The Global Talent Competitiveness Index — 30 место;

— доля во Всероссийских проверочных работах заданий, при выполнении которых допускается использование цифровых ресурсов профессиональной или повседневной деятельности — 100% [5].

Попытаемся проанализировать, насколько амбициозны цели Правительства Российской Федерации в контексте готовности российского общества к цифровизации.

Анализ современной ситуации с наличием и уровнем подготовленности специалистов в сфере ИКТ

В России доля специалистов в данной сфере составила 2,24% в общей численности занятых в экономике. Лидирующее положение по данному показателю занимает Финляндия, где доля таких специалистов составляет 6,8%, на втором месте — Швеция — 6,6% в общей численности занятых, на третьем — Эстония — 5,6%. Ближе к России страны Португалия, Сербия, Черногория, Болгария, Латвия, Кипр [7].

По данным официальной статистики в 2018 году, численность специалистов в области информационно-коммуникационных услуг (далее — ИКТ), занятых в экономике составила 1617,4 тыс. человек, что в 2 раза больше, чем в предыдущем году (в 2017 году — 1077 тыс. человек). В структуре численности наибольший удельный вес приходится на специалистов высшего уровня квалификации — 71,1%, наименьший — на руководителей (4,1%) (рис. 1) [8].

Среди специалистов высшего уровня квалификации преобладают разработчики и аналитики программного



Рис. 1. Распределение численности специалистов в области ИКТ, занятых в экономике, %

обеспечения и приложений – 56,9% и специалисты по базам данных и сетям – 21,7%. Наибольший удельный вес специалистов среднего уровня квалификации приходится на специалистов-техников по эксплуатации ИКТ и по поддержке пользователей ИКТ – 50,2% и специалистов-техников по телекоммуникациям и радиовещанию – 27,2% [9].

Наиболее популярными видами деятельности, в которых сосредоточены специалисты в области ИКТ, являются: деятельность в области информации и связи – 32,2% (в том числе 16,1% в отрасли информационных технологий и 9,7% – в отрасли телекоммуникаций); в обрабатывающей промышленности – 9,2%; в профессиональной, научной и технической деятельности – 7,2% (рис. 2) [10,11].

Наибольшее число специалистов по ИКТ приходится на возрастную группу от 30 до 39 лет – 35,8%; 32% – в возрасте от 15 до 29 лет; 18,3% – в возрасте от 4 до 49 лет; 11,6% – от 50 до 59 лет; 2,3% – от 60 до 72 лет [8,14]. Одновременно с этим, отметим, что Россия находится на пятом месте в рейтинге стран по доле специалистов моложе 35 лет от общей численности специалистов в

области ИКТ. По данным за 2018 год удельный вес составил 53%. В начале рейтинга расположились Литва и Латвия со значением 54%, Мальта – 60% и Турция – 64%. В 2017 году показатель в России составил 56%, при этом доля занятых в экономике в возрасте моложе 35 лет в общей численности занятых – 35%. [10,12].

Проведем анализ, какие же специальности в сфере ИКТ востребованы в настоящее время в высших учебных заве-

дениях и насколько ВУЗы готовы обеспечить рынок труда данными специалистами

По данным за 2017 год выпуск бакалавров, специалистов, магистров по основным направлениям подготовки и специальностям в области ИКТ составил 5,7% от общего выпуска, из них: 21,2% – в области информатики и вычислительной техники; 19,9% – в области прикладной информатики; 15,7% – в области информационных систем и технологий (рис. 3) [8,9].

Анализ данных социологического исследования по вопросам трудоустройства выпускников-инвалидов

Специалисты в области ИКТ крайне становятся популярны и среди людей с ограниченными возможностями. Ведь информационно-коммуникационные технологии позволяют данной категории людей заниматься профессиональной деятельностью в дистанционном формате [13].



Рис. 2. Распределение специалистов по ИКТ по видам экономической деятельности в 2018 году, %

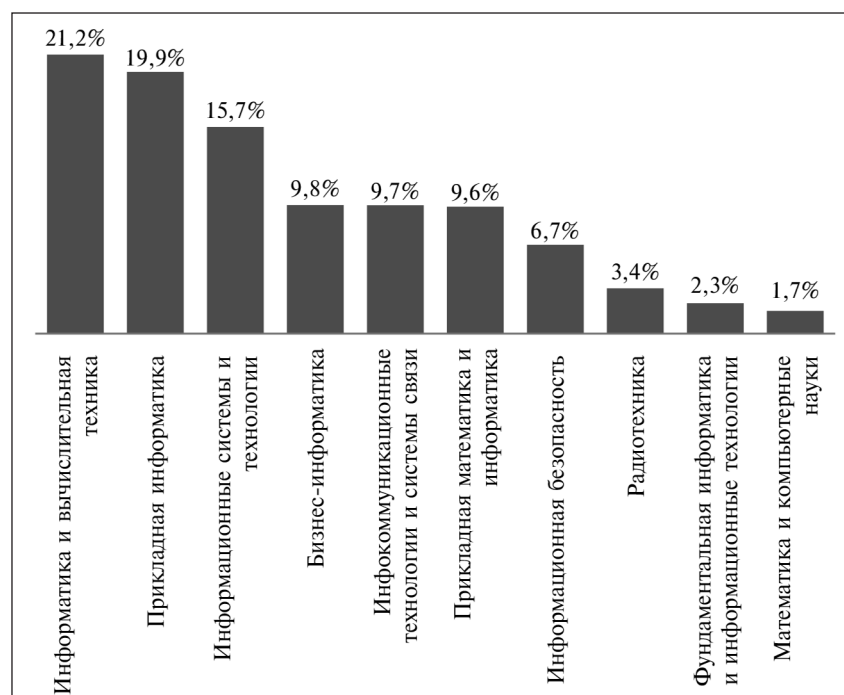


Рис. 3. Распределение выпуска бакалавров, специалистов, магистров по основным направлениям подготовки и специальностям в области ИКТ, %



Рис. 4. Распределение выпускников-инвалидов по наиболее востребованным профессиям, %

По результатам проведенного в 2018 г. социологического опроса, организованным научно-педагогическим составом кафедры статистики совместно с АНО «Совет по вопросам

управления и развития», наибольший спрос приходится на специальности именно в области развития цифровых технологий. Так, наибольший интерес инвалиды-выпускники

проявляют к таким профессиям как: администратор баз данных – 22,8% опрошенных, графический дизайнер – 16,3%, программист – 14,9%; Web-дизайнер – 14,4%. Удельный вес заинтересованных в профессии разработчика Web и мультимедийных приложений составил 8,9%, аналогичный спрос зафиксирован на профессию сетевого и системного администратора. Развитие новых направлений в области использования цифровых технологий способствует спросу на специалистов в этих областях [15]. Проведенный анализ показал, что для инвалидов-выпускников интерес представляют такие профессии как: оператор беспилотных летательных аппаратов, специалист в сфере нанотехнологий, мобильный робототехник, специалист по аддитивным технологиям (среди опрошенных от 2% до 4% в каждой профессии).

В табл. 1 приведено ранжирование выпускников средних и высших учебных заведений по наиболее востребованным профессиям. Для сравнения были взяты первые 14 мест для каждой категории выпускников. Как видно из таблицы, наиболее интересной профессией для выпускников-инвалидов обеих категорий является администратор базы данных. Такой ответ дали 27,5% выпускников ВУЗов и 18% выпускников ССУЗов. На втором и третьем месте для выпускников средних учебных заведений популярностью пользуются профессии повара-кондитера (16% ответивших) и автомеханика (12%). Для выпускников высших учебных заведений второе и третье место поделили профессии программиста и Web-дизайнера (по 20,6% в каждой категории ответа). В числе популярных профессий выпускников ВУЗов преобладают также профессии, связанные с развитием цифровых техноло-

Таблица 1

Ранжирование выпускников-инвалидов средних и высших учебных заведений по наиболее востребованным профессиям, %

Варианты ответов	Место профессии среди выпускников средних учебных заведений	Место профессии среди выпускников высших учебных заведений
Администратор баз данных	1	1
Повар-кондитер	2	10
Автомеханик	3	18
Графический дизайнер	4	2
Слесарь	5	—
Программист	6	3
Специалист по гостеприимству	7	7
Разработчик Web и мультимедийных приложений	8	9
Парикмахер	9	—
Мастер декоративных работ	10	14
Веб-дизайнер	11	4
Специалист по технологии машиностроения	12	—
Сетевой и системный администратор	27	5
Косметолог	15	6
Эколог	42	8
Специалист по информационным ресурсам	16	11
Биолог	—	12
Специалист в сфере нанотехнологий	39	13
Сборщик электронных систем	13	27
Мобильный робототехник	14	35

гий: специалисты по информационным ресурсам и в сфере нанотехнологий. В то же время среди выпускников средних учебных заведений интерес представляют профессии сборщика электронных систем и мобильной робототехники.

Интересно, что мнения представителей служб содействия трудоустройству, созданных в образовательных организациях высшего и среднего профессионального образования, а также специалистов служб занятости, полученные в ходе экспертного опроса, совпадают с мнением выпускников-инвалидов. Как видно на рис. 5 и 6, наибольшей по-

пулярностью пользуются профессии администратора баз данных и графического дизайнера. Данные профессии делят первое и второе место среди наиболее востребованных.

Различия в мнениях экспертов заключаются в том, что по ответам представителей служб содействия трудоустройству первое место по популярности профессий отводится администратору баз данных (65%), на втором профессия графического дизайнера (60%), по ответам специалистов служб занятости, наоборот, на лидером по популярности является профессия графического дизайнера (68,2%), на втором — админи-

стратор баз данных (59,1%). Достаточно востребованы специальности, связанные с использованием ИТ-технологий: программист; веб-дизайнер, сетевой и системный администратор, разработчик Web и мультимедийных приложений, специалист по информационным системам.

Проведенный анализ различных категорий выпускников, включая выпускников-инвалидов, свидетельствует о том, что в условиях цифровизации существует острая потребность в специалистах в сфере ИКТ на рынке труда [17]. Сегодня в российской системе образования происходят значительные изменения, образование на всех ступенях становится более доступным для граждан с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья. Но проблемы трудоустройства после окончания высшего учебного заведения данной категории граждан пока не решены и это подтверждается статистическими данными по итогам трудоустройства выпускников в стране, по которым лишь 10% среди выпускников ССУЗов и ВУЗов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) смогли найти работу. Таким образом, большая часть из них остается безработной и их социальные права на труд соблюдаются лишь формально [18].

Бесспорно, инвалиды испытывают ряд трудностей в трудоустройстве по причине того, что часто работодатели под разными предлогами не хотят их брать на работу. Проблема занятости лиц с ограниченной трудоспособностью зависит от того, что частные коммерческие компании и организации, которые составляют большую часть работодателей, не заинтересованы брать на работу инвалидов. Такие работники возлагают высокий уровень ответственности и дополнительные затраты для работодателя. Зачастую причиной

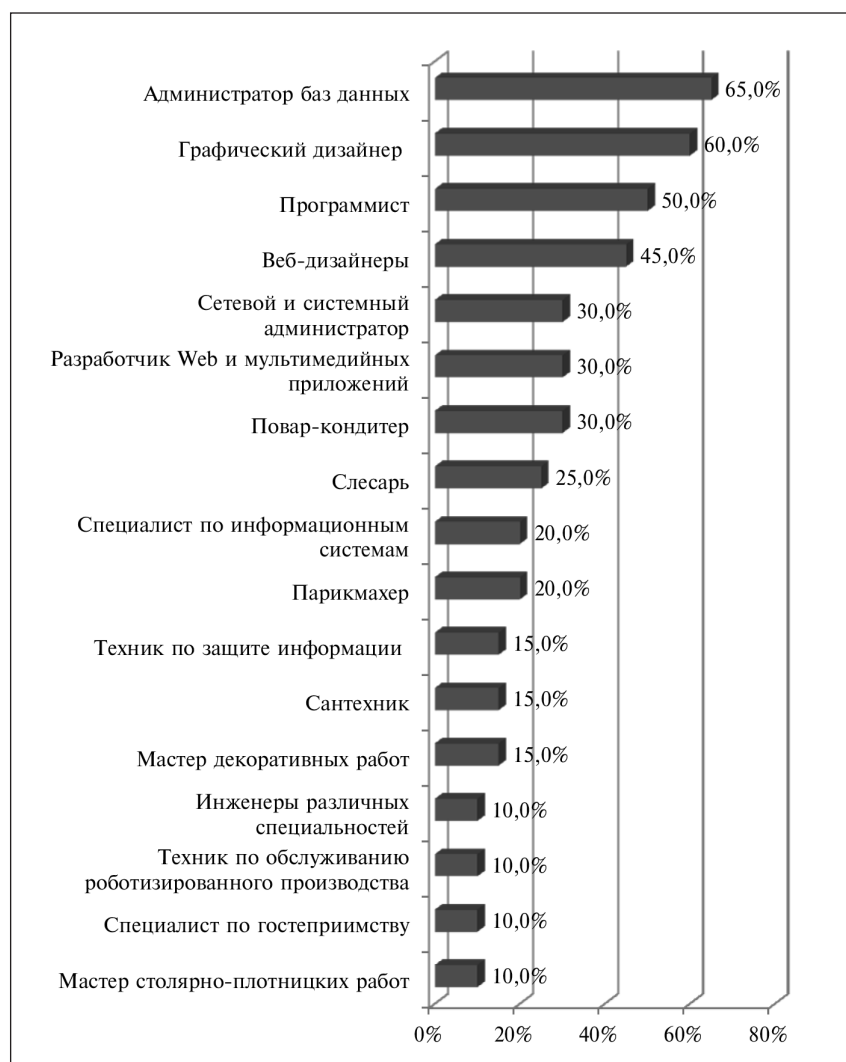


Рис. 5. Распределение мнения представителей служб содействия трудоустройству, созданных в образовательных организациях высшего и среднего профессионального образования, о наиболее востребованных инвалидами профессиям, %



Рис. 6. Распределение мнения специалистов служб занятости о наиболее востребованных инвалидами профессиями, %

не трудоустройства инвалидов являются проблемы, вызванные не их физической неспособностью выполнять определённые действия, а отсутствием образования.

Россия в мировых рейтингах

В отношении показателя The Global Talent Competitiveness Index, можно наблюдать следующую ситуацию. По данным, опубликованным по состоянию на 2019 год, Россия находится на 49 месте (в 2018 году — на 53 месте). Первые три места занимают Швейцария, Сингапур и США [19]. Интегральный показатель определяют 6, входящих в него субиндексов: условия для специалистов, привлечение специалистов, воспитание специалистов, удержание специалистов технические навыки, а также наличие управленческих и креативных навыков. Существенное «провисание» позиции России в рейтинге определяет показатель «привлечение специалистов», значение которого ставит страну на 109 место! (всего в рейтинге участвует 125 стран). То есть, несмотря на востребованность специалистов в данной сфере привлечение их на работу остается пока проблемой. Можно предположить, что данная ситуация связана с предлагаемыми условиями труда или низким уровнем квалификации работников, что, в свою очередь, возвращает нас к вопросу о качестве подготовки и переподготовки специалистов данной области [20].

В соответствии с официальными данными доля населения, обладающих цифровыми навыками, в той или иной предметной области, составляет менее 50%! Наибольший удельный вес приходится на опыт работы с текстовым редактором — 41,1% от общей численности населения старше 15 лет. С отправкой по элек-



Рис. 7. Распределение населения по степени владения цифровыми навыками, %

тронной почте знакомы 36,8% от общей численности населения. 34,5% населения владеют копированием и перемещением файлов или папки (рис. 7). Причем большая часть населения сосредоточена в возрасте от 15 до 24 лет. [6, 8].

По данным за 2018 год 77,8% населения (в возрасте от 15–74 лет) использовали Интернет (за последние три месяца) для участия в социальных сетях; 54,1% населения — для поиска информации о товарах и услугах; 52,6% — для телефонных звонков или видео разговоров через интернет (используя, например, Скайп или др.). Интересно, что 72,6% населения отмечают отсутствие необходимости использования

Интернета, а 31,7% ссылаются на недостаток навыков для работы в интернете [6, 8].

Заклучение

Таким образом, целью образования в современных условиях должна стать подготовка специалистов, обладающих современными знаниями и практическими навыками аналитических, статистических и эконометрических методов исследования, анализа социально-экономических явлений и процессов с применением цифровых технологий.

Очевидно, что в условиях сокращения учебной нагрузки цифровые технологии могут существенным образом транс-

формировать образовательные процессы. Одновременно с этим нельзя забывать о качестве получаемого образования. Образовательные программы постоянно обновляются в той части дисциплин, где происходят изменения. Трансформация в системе образования может способствовать коренному переосмыслению дисциплины, её места в подготовке специалиста, обладающего современными востребованными знаниями на рынке труда в информационном обществе. Для реализации этого потребуется доступ к современным профессиональным информационным базам, программным продуктам, современному оборудованию. Конечно, с позиции экономической эффективности, это несет дополнительные расходы, но качество знаний и возможность их получения значительно выше [21].

В данном случае интересы ВУЗа и заинтересованность работодателей в получении высококвалифицированных специалистов, обладающих реальными практическими навыками, совпадают. Реализация данного направления будет способствовать выполнению задач Программы «Цифровая экономика Российской Федерации» в части обеспечения цифровой экономики компетентными кадрами. Подготовленные таким образом выпускники ВУЗов, будут обладать явными конкурентными преимуществами и приобретут компетенции специалистов высокого уровня [22].

В заключении отметим, что цифровая трансформация не означает исключительно внедрение и использование информационно-коммуникационных технологий. Цифровая трансформация предполагает качественное изменение содержания образовательного процесса, которое, в конечном, итоге, приведет к удовлетворению потребностей всех его участников (студентов, преподавателей, работодателей) и обеспечит достойное место ВУЗа в мировых рейтингах.

Литература

1. Доклад Центра стратегических разработок и Высшей школы экономики «Двенадцать решений для нового образования», апрель 2018 г. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://conf.hse.ru/data/2018/04/19/1150471656/Doklad_obrazovanie_Web.pdf
2. Махова О.А., Карманов М.В., Аракелян С.М. Статистика как инструмент цифровизации // В сборнике: Вестник кафедры статистики Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. Статистические исследования социально-экономического развития России и перспективы устойчивого роста: материалы и доклады. Под общ. ред. Н.А. Садовниковой. Москва, 2018. С. 174–178.
3. Добролюбова Е.И., Южаков В.Н., Ефремов А.А., Клочкова Е.Н., Талапина Э.В., Старцев Я.Ю. Цифровое будущее государственного управления по результатам // Научный редактор: Южаков В.Н. М.: РАНХиГС, 2018. 87 с.
4. Синягина Н.Ю., Артамонова Е.Г. Цифровизация образования: определяем приоритеты // Образование личности. 2018. № 3. С. 10.
5. Паспорт федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» (утв. президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности, протокол от 28.05.2019 № 9)
6. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р. «Об утверждении программы “Цифровая экономика Российской Федерации”».
7. Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Индикаторы цифровой экономики: 2019: статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2019.
8. Бондаренко Н.В., Гохберг Л.М., Ковалева Н.В. и др. Индикаторы образования: 2018: статистический сборник М.: НИУ ВШЭ, 2018.
9. Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Цифровая экономика: 2019: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2019.
10. Александрова О.А., Токсанбаева М.С., Ярашаева А.В. и др. Проблемы трудоустройства слаботрадиционных слоев населения в Москве. Под ред. А.В. Ярашаевой. АНО «Совет по вопросам управления и развития». М.: Акварель, 2017. 252 с.
11. Притчина Л.С. Цифровизация и новое экономическое образование. Педагогическое образование и наука. 2018. № 2. С. 120–122.
12. Литвак Н.В. Новая реформа отечественного высшего образования: «цифровизация» и профессура. Наука. Культура. Общество. 2018. № 2–3. С. 156–163.
13. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/>
14. Садовникова Н.А. и др. Статистика: учебник для академического бакалавриата. Под ред. В.Г. Минашкина. М.: Издательство Юрайт, 2019. 448 с.
15. Единая межведомственная информационно – статистическая система (ЕМИСС). [Электрон. ресурс] Режим доступа: <https://www.fedstat.ru>
16. Логинова С.Л. Цифровизация высшего образования: основные противоречия // Непрерывное образование: теория и практика реализации. Материалы II Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2019. С. 104–107
17. Румянцева И.А., Малахов К.А. О некоторых вопросах подготовки специалистов для цифровой экономики // Приоритетные и перспективные направления научно-технического развития Российской Федерации. Материалы II-й Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2019. С. 333–335
18. Николаенко М.Н. Цифровизация образования: перспективы и проблемы // Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Под редакцией Т.Ю. Овсянниковой, И.Р. Салагор. 2018. С. 599–602.
19. Кислова И.И., Роншина Е.С., Стегостенко Ю.Б. Цифровизация. вызовы для образования // Проблемы высшего образования. 2018. № 1. С. 157–159.
20. The Global Talent Competitiveness Index 2018. Diversity for Competitiveness. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <https://www.insead.edu/sites/default/files/assets/dept/globalindices/docs/GTCI-2018-report.pdf>
21. Жаркенов А.К. Цифровизация как условие обновления содержания образования // Педагогическая наука и практика. 2018. № 3 (21). С. 27–31.
22. Карманов М.В., Клочкова Е.Н. Статистическая грамотность как важная составляющая подготовки кадров для цифровой экономики // Вопросы статистики. 2018. Т. 25. № 10. С. 78–83.

References

1. Doklad Tsentra strategicheskikh razrabotok i Vysshey shkoly ekonomiki «Dvenadtsat' resheniy dlya novogo obrazovaniya», aprel' 2018 g. = Report of the Center for Strategic Research and the Higher School of Economics "Twelve Solutions for New Education," April 2018 [Internet]. Available from: https://conf.hse.ru/data/2018/04/19/1150471656/Doklad_obrazovanie_Web.pdf (In Russ.)
2. Makhova O.A., Karmanov M.V., Arakelyan S.M. Statistics as a digitalization tool. Vestnik kafedry statistiki Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova. Statisticheskiye issledovaniya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossii i perspektivy ustoychivogo rosta: materialy i doklady. Ed. N.A. Sadovnikova = Bulletin of the Department of Statistics of the Plekhanov Russian University of Economics. Statistical studies of the socio-economic development of Russia and prospects for sustainable growth: materials and reports. Ed. N.A. Sadovnikova. Moscow; 2018: 174-178. (In Russ.)
3. Dobrolyubova Ye.I., Yuzhakov V.N., Yefremov A.A., Klochkova Ye.N., Talapina E.V., Startsev YA.YU. Tsifrovoye budushcheye gosudarstvennogo upravleniya po rezul'tatam. Nauchnyy redaktor: Yuzhakov V.N. = The digital future of public administration according to the results Moscow: RANEPa; 2018. 87 p. (In Russ.)
4. Sinyagina N.YU., Artamonova Ye.G. Digitalization of education: determining priorities. Obrazovaniye lichnosti = Personality education. 2018; 3: 10. (In Russ.)
5. Passport of the federal project «Personnel for the Digital Economy» (approved by the Presidium of the Government Commission on Digital Development, the use of information technology to improve the quality of life and the conditions for doing business, Minutes No. 9 dated May 28, 2019) (In Russ.)
6. The order of the Government of the Russian Federation of July 28, 2017 No. 1632-r. "On approval of the program 'Digital Economy of the Russian Federation'" (In Russ.)
7. Abdrakhmanova G.I., Vishnevskiy K.O., Gokhberg L.M. et al. Indikatory tsifrovoy ekonomiki: 2019: statisticheskiy sbornik = Indicators of the digital economy: 2019: statistical compilation. Moscow: HSE; 2019. (In Russ.)
8. Bondarenko N.V., Gokhberg L.M., Kovaleva N.V. et al. Indikatory obrazovaniya: 2018: statisticheskiy sbornik = Education indicators: 2018: statistical compilation Moscow: HSE; 2018. (In Russ.)
9. Abdrakhmanova G.I., Vishnevskiy K.O., Gokhberg L.M. et al. Tsifrovaya ekonomika: 2019: kratkiy statisticheskiy sbornik = Digital economy: 2019: a brief statistical compilation. Moscow: HSE; 2019 (In Russ.)
10. Aleksandrova O.A., Toksanbayeva M.S., Yarashayeva A.V. et al. Problemy trudoustroystva slabozashchitnykh sloyev naseleniya v Moskve. Ed. A.V. Yarashayeva. ANO «Sovet po voprosam upravleniya i razvitiya». = Problems of employment of poorly protected sections of the population in Moscow. Ed. A.V. Yarashayeva. ANO «Council on management and development.» Moscow: Watercolor; 2017. 252 p. (In Russ.)
11. Pritchina L.S. Digitalization and the new economic education. Pedagogicheskoye obrazovaniye i nauka = Teacher education and science. 2018; 2: 120-122. (In Russ.)
12. Litvak N.V. A new reform of domestic higher education: digitalization and professorship. Nauka. Kul'tura. Obshchestvo. = Science. Culture. Society. 2018; 2-3: 156-163. (In Russ.)
13. The official website of the Federal State Statistics Service. [Internet]. Available from: <http://www.gks.ru/> (In Russ.)
14. Sadovnikova N.A. et al. Statistika: uchebnik dlya akademicheskogo bakalavriata. Ed. V.G. Minashkina. = Statistics: textbook for academic undergraduate. Ed. V.G. Minashkina. Moscow: Yurayt Publishing house; 2019. 448 p. (In Russ.)
15. Unified interdepartmental information and statistical system (EMISS). [Internet]. Available from: <https://www.fedstat.ru> (In Russ.)
16. Loginova S.L. Digitalization of higher education: main contradictions. Nepreryvnoye obrazovaniye: teoriya i praktika realizatsii. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Continuing education: theory and practice of implementation. Materials of the II International Scientific and Practical Conference. Yekaterinburg; 2019: 104-107. (In Russ.)
17. Rumyantseva I.A., Malakhov K.A. About some issues of training specialists for the digital economy. Prioritetnyye i perspektivnyye napravleniya nauchno-tehnicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii. Materialy II-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. = Priority and perspective directions of scientific and technical development of the Russian Federation. Materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. Moscow; 2019: 333-335. (In Russ.)
18. Nikolayenko M.N. Digitalization of education: prospects and problems. Investitsii, stroitel'stvo, nedvizhimost' kak material'nyy bazis modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya ekonomiki. Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2-kh chastyakh. Ed. T.Y. Ovsyannikova, I.R. Salagor. = Investments, construction, real estate as a material basis for modernization and innovative development of the economy. Materials of the VIII International scientific-practical conference. In 2 parts. Edited by T.Yu. Ovsyannikova, I.R. Salagor. 2018: 599-602. (In Russ.)
19. Kislova I.I., Ronshina Ye.S., Stegostenko YU.B. Digitalization Challenges for Education. Problemy vysshego obrazovaniya = Problems of Higher Education. 2018; 1: 157-159. (In Russ.)

20. The Global Talent Competitiveness Index 2018. Diversity for Competitiveness. [Internet] Available from: <https://www.insead.edu/sites/default/files/assets/dept/globalindices/docs/GTCI-2018-report.pdf> (In Russ.)

21. Zharkenov A.K. Digitalization as a condition for updating the content of education.

Pedagogicheskaya nauka i praktika = Pedagogical science and practice. 2018; 3 (21): 27-31. (In Russ.)

22. Karmanov M.V., Klochkova Y.N. Statistical literacy as an important component of training for the digital economy. Voprosy statistiki = Questions of Statistics. 2018; 25; 10: 78-83. (In Russ.)

Сведения об авторах

Елена Николаевна Клочкова

к.э.н., доцент, доцент кафедры статистики
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
Эл. почта: Klotchkova.EN@rea.ru

Наталья Алексеевна Садовникова

д.э.н., профессор кафедры статистики
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
Эл. почта: Sadovnikova.NA@rea.ru

Information about the authors

Elena N. Klochkova

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the
Department Statistics
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Klotchkova.EN@rea.ru

Natalya A. Sadovnikova

Dr. Sci. (Economics), Professor of the Department
Statistics
Plekhanov Russian Academy of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Sadovnikova.NA@rea.ru

Байесовская адаптация в пуассоновских когнитивных системах*

Целью исследования является изучение возможностей применения алгоритмов байесовской адаптации к когнитивным системам, воспринимающим пуассоновский процесс возникновения внешних событий.

Методом исследования является применение стохастического описания и синтеза когнитивных систем, включая теорию пуассоновских процессов с двойной случайностью и теорию байесовской адаптации.

Сформулировано формальное определение когнитивных систем в пространстве состояний в духе аналогичных определений теории динамических систем. Определение стало методической основой для разработки моделей тех множеств и преобразований, которые характерны для когнитивных систем. В частности, для описания стохастических свойств когнитивных систем и возможности создания оптимального алгоритма применен признанный в ряде философских работ байесовский подход.

Оптимальной оценкой по критерию минимума среднеквадратической ошибки является, как известно, апостериорное математическое ожидание случайной оцениваемой величины, которая применена в данной работе. При этом общеизвестной трудностью использования байесовской оптимальной оценки является необходимость задания априорных вероятностей случайной величины в рассматриваемой системе. Для ее преодоления применен адаптивный алгоритм байесовской оценки, известный также под названием эмпирического байесовского подхода.

В соответствии с изложенным считается, что на входе когнитивной системы, а именно в области бессознательного в непрерывном времени возникают некоторые события, которые моделируются случайными точками. Интенсивность появления точек определяется некоторой случайной величиной X , оценка которой является задачей когнитивной системы в целом. До некоторого времени в области бессознательного количество случайных событий накапливаются (на математическом языке формируется классифицирующая выборка). В определенный момент происходит попытка оценки величины X , т.е. попытка

перемещения информации из бессознательной области когнитивной системы в сознательную, что и является мыслительным актом, актом обучения и т.п. С математической точки зрения такая модель функционирования когнитивной и является реализацией адаптивного байесовского подхода, позволяющего уменьшить влияние априорного распределения неизвестной величины на ее оценку.

Описанная модель деятельности когнитивной системы обосновывается тем, что величина X является не только случайной, но и с неизвестным априорным распределением, не наблюдается непосредственно, а некоторым образом должна быть оценена когнитивной системой на основании уже имеющегося в бессознательной области числа событий и последнего события, на основании которого производится оценка.

Оптимальная оценка случайного параметра использована для решения задачи классификации наблюдений, т.е. оптимальной проверки односторонней гипотезы по байесовскому критерию.

В результате предпринятого рассмотрения продемонстрирована применимость разработанного формального определения когнитивной системы для формулировки разнообразных задач анализа и синтеза систем. Достоинством примененной модели является минимально количество априорной информации о процессах, протекающих в системе. Оказалось достаточным одного допущения о пуассоновском характере возникающих на входе системы событий.

Приведены результаты вычислительного эксперимента по адаптивной оценке случайного параметра с неизвестным априорным распределением.

В заключении отмечается, что дальнейшим развитием исследования может стать детальная формулировка математических свойств элементов когнитивной системы, упомянутых в разработанном определении, постановка, решение и интерпретация новых математических задач анализа и синтеза.

Ключевые слова: Когнитивная система, формальная модель, пуассоновский процесс, байесовская адаптация

Aleksander A. Solodov

Kosygin Russian State University, Moscow, Russia

Bayesian adaptation in Poisson cognitive systems

The **aim of the study** is to investigate the possibility of applying Bayesian adaptation algorithms to cognitive systems that perceive the Poisson process of external events.

The **method** of research is the use of stochastic description and synthesis of cognitive systems, including the theory of doubly stochastic Poisson processes and the theory of Bayesian adaptation.

The formal definition of cognitive systems in the state space in the spirit of similar definitions of the theory of dynamic systems is formulated. The definition has become a methodological basis for the development of models of those sets and transformations that are characteristic of cognitive systems. In particular, to describe the stochastic properties of cognitive systems and the possibility of creating an optimal algorithm, the Bayesian approach recognized in a number of philosophical works is applied.

The optimal estimate by the criterion of the minimum standard error is, as is known, a posteriori mathematical expectation of a random estimated value, which is applied in this work. In this case, the well-known difficulty of using Bayesian optimal estimation is the need to set a priori probabilities of a random variable in the system under consideration. An adaptive Bayesian estimation algorithm, also known as the empirical Bayesian approach, is used to overcome this problem. According to the above it is believed that at the entrance of the cognitive system, namely in the unconscious in continuous time there are some events that are modeled by random points. The intensity of the appearance of points is determined by a random variable X , the evaluation of which is the task of the cognitive system as a whole. Up to some time in the field of the unconscious the number of random events accumulate (in mathematical language the classifying sample

*Статья написана при поддержке РФФИ, проект 18-07-00918.

is formed). At some point, an attempt is made to estimate the value of X , i.e. an attempt to move information from the unconscious area of the cognitive system to the conscious, which is a mental act, an act of learning, etc. From a mathematical point of view, such a model of cognitive functioning is the implementation of an adaptive Bayesian approach, which allows to reduce the influence of a priori distribution of an unknown quantity on its evaluation.

The described model of the cognitive system is justified by the fact that the value of X is not only random, but also with an unknown a priori distribution, is not observed directly, and in some way must be evaluated by the cognitive system on the basis of the already existing in the unconscious number of events and the last event on the basis of which

The optimal estimation of the random parameter is used to solve the problem of classification of observations, i.e. the optimal verification of the one-sided hypothesis by the Bayesian criterion.

As a result of the undertaken consideration the applicability of the

developed formal definition of cognitive system for the formulation of various problems of analysis and synthesis of systems is demonstrated. The advantage of the applied model is the minimum amount of a priori information about the processes occurring in the system. One assumption about the Poisson nature of the events occurring at the input of the system was sufficient.

The results of a computational experiment on the adaptive estimation of a random parameter with an unknown a priori distribution are presented.

In conclusion it is noted that the further development of the study can be a detailed formulation of the mathematical properties of the elements of the cognitive system mentioned in the definition, formulation, solution and interpretation of new mathematical problems of analysis and synthesis.

Keywords: Cognitive system, formal model, Poisson process, Bayesian adaptation

Введение

Одним из направлений развития теории когнитивных систем является применение для описания когнитивных процессов стохастических методов. Под этим понимается как вероятностное описание когнитивных систем, так и применение статистических выводов, т.е. попытки объяснения с позиций статистической теории реакций когнитивных систем.

Среди множества статистических подходов наибольшее внимание привлекает байесовский подход (метод, концепция), отличающийся большой общностью. Этот подход стал в последнее время настолько привлекательным, что дискуссии о его применимости к когнитивным системам переходят в философскую плоскость. В связи с этим уместно привести следующую цитату из работы [1]:

«Новая масштабная и перспективная теория стремительно обретает популярность в современных исследованиях познания и мозга. Известная преимущественно как «Предсказывающая обработка/Предсказывающее кодирование» (англ. Predictive processing/Predictive coding) [2] или же «подход минимизации ошибки в предсказании» [3], данная теория, по утверждению одного из авторов, претендует на звание «наиболее полной к настоящему моменту концептуальной рамки для объяснения восприятия, познания и действия в терминах фундаментальных теоретических принципов и нейрокогнитивных архитектур» [4]. Кроме того, в последнее время на основе ее ключевых принципов были предложены попытки объяснения (по крайней мере, частичного) столь разнообразных когнитивных, психофизических и ментальных феноменов, как внимание [3], иллюзии, психические расстройства [5], опыт, сознание, Я [3] и эмоции. Важной посылкой, разделяемой большинством исследователей в этой области, является то, что перцептивные процессы оперируют в условиях существенной неопределенности, имеющей своим источником неопределенность восприни-

маемых стимулов и/или шум/случайные ошибки в процессе нейронной обработки сигналов, результаты которого, с этой точки зрения, и стремится нивелировать перцептивная система. Поэтому восприятие, рассмотренное с позиции реализующих его субличностных процессов и механизмов, согласно сторонникам байесовской программы, является, в сущности, не чем иным, как вероятностным выводом».

Таким образом, понятно, какие большие надежды возлагаются на применение байесовского подхода к изучению когнитивных систем.

Хорошо известно, однако, что оборотной стороной универсальности байесовского подхода является необходимость достаточно подробного вероятностного описания рассматриваемой модели. Особый интерес представляет первоначальный этап функционирования когнитивной системы, когда она еще не выработала оптимальный способ обработки случайной информации на входе. Можно предположить, что на протяжении некоторого периода времени эта информация просто сохраняется в памяти (подсознании) системы до определенного момента, когда система переходит в новое качество и применяет оптимальный алгоритм обработки уже накопленной информации. Поскольку предполагается, что в системе хранятся только копии тех данных, которые система могла наблюдать в процессе обучения, то естественным образом возникает задача преодоления априорной неопределенности этой ситуации. В рамках байесовского подхода такая проблема рассматривалась и получила название байесовской адаптации или эмпирического байесовского подхода [6, 7, 8].

Таким образом, целью настоящей работы является разработка такого формального определения когнитивной системы, которое могло бы стать методической основой формулирования разнообразных задач как анализа, так и синтеза когнитивных систем с учетом отмеченных особенностей.

Методом исследования является применение стохастического описания процессов и байесов-

ского синтеза. Для описания входных воздействий применена математическая модель в виде пуассоновского процесса событий, интенсивность появления которых зависит от некоторого случайного параметра с неизвестным законом распределения. Одна из ключевых процедур функционирования когнитивной системы – перемещение полученной информации из области бессознательного в сознание когнитивной системы моделируется оценкой упомянутого параметра с применением оптимальной байесовской адаптации.

Результатом работы является формулировка определения когнитивной системы и демонстрация ее применимости к постановке разнообразных задач. Показана применимость фундаментальных результатов байесовской адаптации к синтезу оптимальных когнитивных систем, получены кривые, иллюстрирующие функционирование таких систем.

1. Формальная модель когнитивной системы

В настоящей работе под когнитивной системой будем понимать совокупность некоторых множеств, объединенных протекающими между ними процессами, описывающими познание. Более конкретно рассматриваются два множества, одно из которых называется сознанием, а другое – подсознанием. Элементами этих множеств выступают образы, мыслеформы, архетипы, гештальты [9, 10, 11] и т.п. а процессами – взаимодействие между множествами.

Теме взаимодействия сознания и подсознания посвящена обширная литература, однако до сегодняшнего времени в ней не только не получены какие-либо значимые количественные результаты, но и не установилась единая терминология. Так, в [12] применен термин бессознательное и отмечается, что «На сегодняшний день вся область познанного человеком относится исключительно к сфере сознательного. Таким образом, создается иллюзия свободной воли в построении мыслительных схем и планов познания. Несостоятельность этого, по-видимому и проявляется как в определенной детерминированности успехов, так и в наличии разочарований результатами. В то же время, практически все знания в неявном виде включают в себя элемент бессознательного, хотя бы в виде инсайтов (озарений) их создателей. Таким образом, свобода воли познания, являющегося надстройкой, жестко ограничивается фундаментом — бессознательным, порождающим “протознания”, которые и определяют, в основном, генерацию своеобразия явных сознательных знаний. С этих позиций бессознательное представляется как бы машиной по переработке образа жизни, бытия субъекта в ментальность с учетом особенностей его генетической детерми-

нации (здесь наиболее ценным представляется нам философия релизерных систем и метапрограмм природы, развитая [13] и включенности его в природные функциональные системы [14, 15, 16].»

Таким образом, для разработки содержательной теории целесообразно сформулировать такое определение когнитивной системы, которое учитывало бы современные тенденции их изучения – байесовское стохастическое описание и философско-психологические аспекты процесса познания. С учетом этих особенностей сформулируем следующее формальное определение когнитивной системы.

Когнитивной системой называется совокупность взаимосвязанных элементов, удовлетворяющая следующим аксиомам:

1. Система функционирует в непрерывном времени, т.е. аргументом всех процессов в системе является совокупность действительных чисел t с фиксированным начальным моментом t_0 .

2. Задано множество Ω допустимых входных воздействий $\omega(t) \in \Omega$.

3. Задано множество U состояний когнитивной системы со значениями (элементами) $u(t) \in U$.

4. Существует переходное отображение (переходная функция) состояния F , значениями f которой являются состояния системы

$$u(t) = f[t, t_0, u(t_0), \omega]$$

5. Задано множество оценок U^* , значениями (элементами) которого являются преобразованные когнитивной системой состояния системы $u^*(t) \in U^*$.

6. Существует переходное отображение (переходная функция) оценок G , значениями g которой являются оценки состояния системы

$$u^*(t) = g[t, t_0, u(t), \omega]$$

7. Определена функция потерь (штрафов) $\Pi(u, u^*)$.

8. Определена выходная функция Γ , определяющая множество выходных состояний системы $y(t) = \gamma[t, u^*(t)]$.

Сформулированное определение названо формальным, в отличие от аналогичных математических моделей динамических систем, поскольку не уточняются математические свойства множеств, элементов множеств и отображений (функций). Это сделано для того, чтобы оставить более широкие возможности для разработчика конкретных моделей и элементов когнитивных систем.

Отображения и функции, упомянутые в определении, носят методический характер и, в зависимости от изучения конкретной задачи, могут принимать различный вид. Краткая характеристика элементов когнитивной системы состоит в следующем.

Свойству непрерывности времени может быть противопоставлено требование протекания процессов дискретно. Тогда, если предположить стационарность всех отображений (функций) когнитивная система преобразуется в автомат. С формальной точки зрения автоматами являются все цифровые вычислительные средства, однако когнитивные свойства им приписать возможно тогда, когда дискретность времени выполнения операций пренебрежимо мала по сравнению с длительностью вычислительного процесса.

Допустимые входные воздействия (наблюдаемый процесс) — это такая совокупность элементов, которые могут быть непосредственно зафиксированы (записаны, отображены) когнитивной системой. Воздействия могут быть как детерминированными, так и случайными, причем их допустимость понимается в смысле способности когнитивной системы их воспринять, переработать и т.п.

Множество состояний когнитивной системы — это такое множество элементов, которое возникает в системе в результате отображения (восприятия, переработки) входных воздействий. Например, если входным воздействием является некий предмет, то элементами пространства состояний могут быть представления, соответствующие размерам и (или) весу предмета, о цвете, запахе, температуре и т.п. В человеческом процессе познания это множество ассоциируется с подсознанием или областью бессознательного.

Множество оценок формируется в соответствии с переходной функцией оценок и состоит из характеристик, сформированных на основании уже имеющихся представлений. В человеческом процессе познания это множество ассоциируется с сознанием. Перемещение элемента из множества состояний во множество оценок интерпретируется как акт познания (мыслительный, чувственный).

Формальная функция потерь характеризует затраты когнитивной системы на формирование оценки, качество оценки.

Множество выходных состояний — это те средства, с помощью которых система может общаться с внешним миром, например, язык, сформированные когнитивной системой чувственные понятия и образы, произведения музыки, изобразительных искусств и т.п.

Приведенное определение, конечно, не может адекватно описать все существующие и теоретические когнитивные системы, и, в особенности, познавательную деятельность человека, однако пригодно в качестве методической основы для математической формулировки основных задач изучения таких систем.

В настоящей работе на примере изучения байесовской адаптации пуассоновских систем

все элементы формальной когнитивной системы (кроме множества выходных состояний) подробно разрабатываются и поясняются.

Далее при ссылке на сформулированное определение для простоты будем называть его просто определением.

2. Модель входных воздействий и множества состояний когнитивной системы

Рассмотрим процесс функционирования когнитивной системы, развивающийся в соответствии с определением в непрерывном времени, и предположим, что вход системы дискретно (скачкообразно) меняет свое состояние. Таким образом, на входе системы действует случайный процесс появления точек, каждая из которых характеризуется величиной скачков.

Пусть наблюдение начинается в момент времени t_0 , а через некоторое время t_1 в текущий момент времени W_1 на входе системы появилась некоторая информация, через некоторое другое время t_2 в текущий момент времени W_2 появилась другая информация и т.д. Эта последовательность событий или точек на оси времени является входными воздействиями когнитивной системы в соответствии с определением.

Для создания модели множества состояний введем в рассмотрение процесс $N(t)$ счета появляющихся на входе системы точек, и назовем его процессом счета точек или счетным точечным процессом. Таким образом, процесс $N(t)$ является кусочно-постоянным, имеет единичные приращения в моменты появления точек W_i и показывает сколько точек появилось на интервале времени $[t_0, t)$.

Будем полагать, что процесс появления точек на входе системы управляется внешними по отношению к системе факторами (внешней средой) и в ряде интересных содержательных приложений должен рассматриваться как случайный. В связи с этим сделаем ключевое предположение о том, что времена появления точек W_i , а поэтому и межточечные интервалы t_i и число точек $N(t)$ являются случайными величинами.

Реакция когнитивной системы на известные, детерминированные входные воздействия изучается в большом числе работ, посвященных организационным системам. Между тем, естественно предположить, что большой интерес для изучения представляет реакция системы на случайные, непредсказуемые заранее воздействия. Это объясняется тем обстоятельством, что как в соответствии с гносеологическими представлениями [17, 18], так и в соответствии с математической теорией передачи информации [19] новое знание (информация) генерируется (возникает, предъявляется) тогда, когда имеется возможность случайного выбора из множества.

Для создания стохастической модели случайных воздействий необходимо задать базовые статистические характеристики времен появления этих воздействий, их числа и их величин. Далее обосновывается пуассоновская модель таких воздействий.

Рассмотрим произвольный интервал времени $[t, s)$, такой, что $s - t = T$ и предположим, что число точек, появившихся к моментам времени t и s равно соответственно $N(t)$ и $N(s)$. Обозначим через $N(t, s) = N(s) - N(t)$ число точек, появившихся на этом интервале, а через $P(N(t, s) = n)$ вероятность того, что это число точек окажется равным n .

Применим широко применяющееся в различных областях знаний предположение о том, что за малый промежуток времени $T = \Delta t$ вероятность того, что точка появится пропорциональна некоторой константе с точностью до бесконечно малой по отношению к Δt и что вероятность появления за это время двух и более точек стремится к нулю:

$$\begin{aligned} P(N(t, s) = 1) &= \lambda \Delta t + O(\Delta t), \\ P(N(t, s) > 1) &= O(\Delta t) \end{aligned} \quad (2.1)$$

Если дополнительно потребовать, чтобы точки появлялись независимо друг от друга, то распределение произвольного числа точек на интервале T является пуассоновским:

$$P(N(t, s) = n) = \frac{1}{n!} (\Lambda)^n e^{-\Lambda}, \quad (2.2)$$

где функция $\Lambda = \lambda T$ называется параметром пуассоновского процесса.

Таким образом, будем теперь полагать, что точечный процесс является пуассоновским случайным точечным процессом или просто пуассоновским точечным процессом, в котором времена появления точек $W_1, W_2, \dots, W_i$ и их число $N(t)$ к моменту времени t являются случайными величинами. Если теперь в (2.1) λ является функцией времени, то процесс становится неоднородным пуассоновским процессом с параметром

$$\Lambda(t) = \int_t^s \lambda(\tau) d\tau \quad (2.3)$$

и распределением

$$P[N(t, s) = n] = \frac{1}{n!} \left[\int_t^s \lambda(\tau) d\tau \right]^n \exp \left(- \int_t^s \lambda(\tau) d\tau \right), \quad (2.4)$$

Для разработки более понятной содержательной модели процессов в когнитивной системе предположим, что функция $\lambda(t)$ имеет вид

$$\lambda(t) = X\mu(t),$$

где $\mu(t)$ — известная функция времени,

X — случайная величина, распределенная по неизвестному закону.

Для простоты положим, что $t_0 = 0, s = t$. Теперь параметр пуассоновского распределения (2.3) принимает вид

$$\Lambda(t) = \int_0^t \lambda(\tau) d\tau = X \int_0^t \mu(\tau) d\tau. \quad (2.5)$$

Интеграл в (2.5) на интервале времени $[0, t)$ является известной безразмерной константой, которую без умаления общности рассмотрения можно принять за единицу. Тогда безразмерная случайная величина X отождествится с параметром пуассоновского процесса (2.5) на некотором интервале времени T .

Если теперь функция интенсивности $\lambda(t)$ а вслед за ней и параметр $\Lambda(t)$ в (2.5) являются случайными функциями, а поэтому величина X является случайной, то пуассоновский процесс называется пуассоновским процессом с двойной случайностью.

Если весь интервал наблюдения разбит на k подинтервалов, то в каждом из них будет зафиксировано соответственно $n_1(X_1), \dots, n_k(X_k)$ событий или точек, число которых зависит от индивидуальных реализаций X_i случайной величины X .

В соответствии с определением когнитивной системы будем полагать, что множеством состояний системы является совокупность числа точек пуассоновского процесса с двойной случайностью, на каждом из подинтервалов т.е. $u(t) = \{n_1(X_1), \dots, n_k(X_k)\}$. Переходное отображение (переходная функция) принимает вид просто счетчика числа точек. Следует подчеркнуть, что неизвестный параметр X не является элементом множества состояний и может быть определен только после преобразования множества состояний во множество оценок.

Другой пример множества состояний когнитивной системы приведен в [20] при изучении вопросов помехоустойчивости когнитивных систем. Элементом множества состояний там является фильтрованный пуассоновский процесс, а переходной функцией — переходная функция состояния системы.

Когнитивную систему с указанными входными воздействиями будем называть пуассоновской.

3. Множество оценок когнитивной системы. Оптимальная байесовская адаптация.

Ключевым этапом рассмотрения функционирования когнитивной системы является разработка модели множества оценок и переходной функции оценок. Естественно предположить, что совершенная когнитивная система применит в некотором смысле оптимальный алгоритм такой оценки. Будем далее полагать, что задачей когнитивной системы является оптимальная оценка параметра X . Поскольку выше уже упоминалось о преимуществах байе-

совского подхода к изучению когнитивных систем, то в настоящей работе применен именно этот подход с учетом адаптации, позволяющей не расширять априорную информации обо всем процессе.

Понятие адаптации сложной системы в настоящее время стало общеупотребительным и может принимать самые разнообразные формы. Так, например, в [21] отмечается, что свойство адаптации в автоматических системах управления означает ее инвариантность по отношению к изменяющейся среде и выражает предельные возможности компенсации влияния параметрических возмущений на динамические характеристики системы. В силу своей широты такое определение не является конструктивным, т.е. не определяет направление формализации понятия адаптации. В работе [22] адаптация как активное действие предполагает такое функционирование системы во внешней среде, чтобы выполнять свои функции в данной среде наилучшим образом, т.е. максимизирует свой критерий эффективности функционирования в данной среде. Таким образом, формулируется понятие критерия эффективности и процедуры оптимизации системы по данному критерию. В дальнейшем будем следовать этому определению адаптации.

Пусть функций штрафов является квадратическая функция вида

$$\Pi(u, u^*) = \Pi(X, X^*) = \sum_{i=1}^k (X_i - X_i^*)^2.$$

Хорошо известно, что оптимальной байесовской оценкой параметра X при квадратичной функции штрафов является его апостериорное математическое ожидание:

$$X^* = \frac{\int P(X)XP(n|X)dX}{\int P(X)P(n|X)dX}, \quad (3.1)$$

В пуассоновской модели с учетом того, что везде далее полагается $\Lambda(t) = X$ и при наличии наблюдаемого отсчета n оптимальной оценкой X^* параметра X является

$$X^* = \frac{\int e^{-X} X^{n+1} P(X) dX}{\int e^{-X} X^n P(X) dX} = (n+1) \frac{P_X(n+1)}{P_X(n)} \quad (3.2.)$$

$$P_X(n) = \int e^{-X} X^n P(X) dX. \quad (3.3)$$

Одним из методов преодоления априорной неопределенности байесовского подхода является применение так называемых байесовских процедур обучения [6]. Этот метод позволяет применить байесовский подход без какого-либо предположения о начальном априорном распределении. Его идея состоит в следующем.

Пусть n_1 –выборочное значение из распределения со случайным параметром X .

Апостериорное распределение этого параметра определяется, как известно, соотношением

$$P(X|n_1) = \frac{P(X)P(n_1|X)}{\int P(X)P(n_1|X)dX}, \quad (3.4)$$

где $P(X)$ – априорное распределение параметра X .

Если теперь поступает следующее выборочное значение n_2 , не зависящее от n_1 , то распределение (3.1) можно использовать как новое априорное для вычисления следующего апостериорного

$$P(X|n_1, n_2) = \frac{P(X)P(n_1|X)P(n_2|X)}{\int P(X)P(n_1|X)P(n_2|X)dX}.$$

Продолжая эту процедуру, получим апостериорное распределение параметра X при наличии k -мерной выборки

$$P(X|n_1, n_2, \dots, n_k) = \frac{P(X)P(n_1, \dots, n_k|X)}{\int P(X)P(n_1, \dots, n_k|X)dX}, \quad (3.5)$$

$$P(n_1, \dots, n_k|X) = \prod_{i=1}^k P(n_i|X).$$

В работе [6] указано, что в соответствии с теоремой С.Н. Бернштейна и Р. Мизеса при непрерывной априорной плотности параметра апостериорное распределение (3.5) перестает зависеть от априорного распределения и что эта теорема «послужила, по-видимому, идейной основой адаптивного байесовского подхода к проблеме классификации, предложенного Роббинсом».

Изложим идею Роббинса [8] байесовской адаптации применительно к терминологии когнитивных систем. При наличии выборки $n_1, \dots, n_k$ оптимальной байесовской оценкой X^* является

$$X^* = \frac{\int P(X)XP(n_1, \dots, n_k|X)dX}{\int P(X)P(n_1, \dots, n_k|X)dX}. \quad (3.6)$$

Если функция априорного распределения $P(X)$ в (3.6) неизвестна, то оценку X^* вычислить принципиально невозможно. Во многих случаях предыдущие значения наблюдаемых чисел ($n_1, \dots, n_{k-1}$) известны, поэтому можно поставить задачу по этим значениям приближенно получить оценку X^* в (3.6) при появлении очередного отсчета n_k . Роббинс указал, что эмпирическая частота

$$P_X^*(n_1, \dots, n_k) =$$

Число членов последовательности

$$= \frac{n_1, \dots, n_k \text{ равных } n_k}{k} \quad (3.7)$$

при неограниченном увеличении числа опытов стремится с вероятностью 1 к интегралу в знаменателе формулы (3.6), поскольку по своему смыслу этот интеграл является вероятностью появления на k интервалах наблюдения выборочной совокупности чисел $n_1, \dots, n_k$.

Таким образом, теоретическое соотношение (3.5) можно заменить эмпирическим (3.7), и

тогда для пуассоновского ядра (1.2) эмпирическая (адаптивная) байесовская оценка параметра (3.2) примет вид

$$X^* = \frac{\int P(X)XP(n_1, \dots, n_k | X)dX}{\int P(X)P(n_1, \dots, n_k | X)dX} = (n_k + 1) \frac{P_X^*(n_k + 1)}{P_X^*(n_k)}. \quad (3.8)$$

Оценка (3.8) в соответствии с определением (3.7) зависит от $k - 1$ предыдущих отсчетов $(n_1, \dots, n_{k-1})$ наблюдаемой целой и текущего отсчета n_k .

Таким образом, оптимальная оценка параметра рассчитывается по одному единственному отсчету n_k .

Для удобства практического применения и расчетов преобразуем соотношение (3.8) следующим образом. Введем в рассмотрение функцию совпадений

$$\varphi(n, m) = \begin{cases} 1, & \text{если } n = m \\ 0, & \text{если } n \neq m \end{cases}$$

и функцию $u_k(n)$, зависящую от обучающей выборки

$$u(k) = \sum_{i=1}^k \varphi(n, n_i).$$

Теперь оптимальная оценка (3.7) принимает вид

$$X^* = (n_k + 1) \frac{u(n_k + 1)}{u(n_k)} \quad (3.9)$$

На рис. 1 представлены результаты вычислительного эксперимента, схема которого состоит в следующем.

Предполагается, что параметр пуассоновского процесса X является случайной величиной, распределенной равномерно со средним значением, равным 1. В соответствии с этим на каждом из временных интервалов генерируется реализация случайной величины X_i . Очевидно, что в соответствии с общей моделью функционирования когнитивной системы такое распределение является наиболее неблагоприятным с точки зрения формирования оптимального решения.

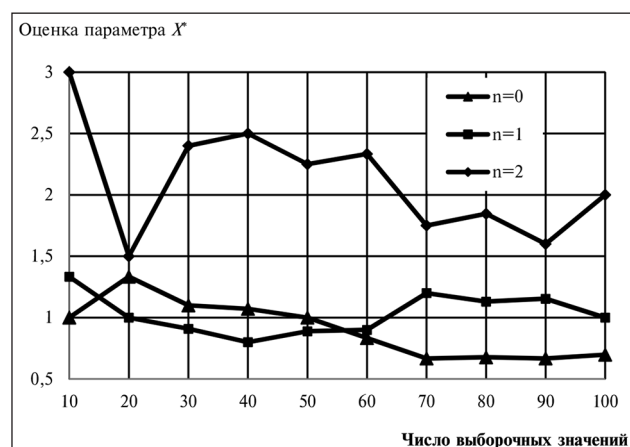


Рис. 1. Оптимальная адаптивная оценка X^* параметра X пуассоновского процесса

Далее на каждом временном интервале формируется отсчет n_i , распределенный по пуассоновскому закону в соответствии с мгновенным параметром X_i и запоминается. В соответствии с введенной в рассмотрение терминологией этот отсчет является выборочным значением наблюдаемой величины номер i . Когда число выборочных значений становится кратным 10 формируется оценка параметра в соответствии с соотношением (3.9), таким образом для удобства считается, что $k - 1 = 10$. Данными, на основании которых формируется оценка, является пуассоновская целая величина, сформированная на следующем временном интервале номер $i + 1$, которая принимается равной $n_k = 0, n_k = 1, n_k = 3$.

Если согласиться с точкой зрения о том, что для когнитивных систем байесовский подход является наиболее адекватным, то такой же оказывается и изложенная выше теория байесовской адаптации.

Как уже упоминалось, можно предположить, что в начале формирования когнитивной системы входные воздействия, описываемые случайными величинами, не подвергаются никакой обработке и запоминаются в подсознании (бессознательной области). Только по прошествии некоторого времени очередная входная величина обрабатывается оптимальным с точки зрения байесовского подхода, образом. В этом и состоит принцип байесовской адаптации в когнитивных системах, реализованный в алгоритме (3.9).

4. Байесовская адаптивная классификация

Эмпирическая или адаптивная байесовская оценка (3.9) может быть использована для реализации алгоритма односторонней проверки гипотезы H о том, что параметр X пуассоновского процесса не превосходит заданную величину X_0 , т.е. что $X \leq X_0$. Обозначим через θ_0 решение о том, что гипотеза H принимается и через θ_1 решение об отклонении этой гипотезы.

Разрешим неравенство $X^* \leq X_0$ с учетом формулы (3.9) и получим следующее правило: принимается решение, если

$$X_0 u(n_k) - (n_k + 1) u(n_k + 1) \geq 0 \quad (4.1)$$

и решение θ_1 в противоположном случае.

Можно показать [6], что указанный алгоритм является байесовским адаптивным, асимптотически оптимальным, если функции потерь $\Pi(\theta_i, X)$ определены следующим образом

$$\Pi(\theta_0, X) = \begin{cases} 0, & \text{если } X < X_0 \\ X - X_0, & \text{если } X \geq X_0 \end{cases} \quad (4.2)$$

$$\Pi(\theta_1, X) = \begin{cases} X_0 - X, & \text{если } X < X_0 \\ 0, & \text{если } X \geq X_0 \end{cases}$$

Еще раз подчеркнем, что решения в соответствии с алгоритмами (3.9) и (3.1) формируются на основании единственного отсчета пуассоновской величины n_k .

Гносеологическое содержание алгоритма (3.1) состоит в указании возможности взаимодействия области бессознательного и сознания при решении задачи классификации, т.е. приписывания сформированной величины одной из непересекающихся областей.

В [23, 24] указано, что методика построения эмпирических байесовских решающих функций, продемонстрированная Роббинсом на примерах, применима в исключительных случаях распределений $P(n|X)$, к которым относятся и пуассоновское. Кроме того, конечные соотношения (3.9) и (3.1) получены для функций потерь только указанного выше вида, что еще больше сужает сферу применения представленных результатов.

Литература

1. Сущин М.А. Байесовский разум: новая перспектива в когнитивной науке // Вопросы философии. 2017. № 3. С. 74–87.
2. Clark Andy. Whatever Next? Predictive Brains, Situated Agents and the Future of Cognitive Science, Behavioral and Cognitive Science. 36; 3:181–204.
3. Hohwy, Jacob. The Predicted Mind. Oxford University Press. NY. 2013.
4. Seth, Anil. The Cybernetic Brain. [Internet] <http://open-mind.net/papers/the-cybernetic-bayesian-brain>.
5. Fletcher, Frith. Perceptions is Believing: a Bayesian Approach to Explaining the Positive Symptoms of Schizophrenia. Nature Reviews Neuroscience. 10; 1: 48–58.
6. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Кн. 3. М.: Сов. радио, 1976. 288с.
7. Стратонович Р.Л. Принципы адаптивного приема. М.: Сов. радио, 1973. 144 с.
8. Роббинс Г. Эмпирический байесовский подход к статистике // Математика. 1964. Т. 8. Вып. 2. С. 133–140.
9. Кузнецов О.П. Когнитивная семантика и искусственный интеллект // Искусственный интеллект и принятие решений. 2004. № 4. С. 32–42.
10. Валькман Ю.Р. Когнитивная семиотика: гештальты и знаки, целостность и структура // Сборник трудов XV Международной конференции «Искусственный интеллект (КИИ-2016)». Россия. Смоленск. октябрь 2016. Том 2. С. 250–258.
11. Лакофф Д. Женщины, огонь и опасные вещи: Что категории языка говорят нам о мышлении. М.: 2004.
12. Савельев А. В. Аспекты возможности сознательного моделирования бессознательного в искусственных социумах // Искусственные общества. 2009. Т. 4. С. 1–4.

Заключение

В работе показана применимость сформулированного определения когнитивной системы для постановки различных задач анализа и синтеза. Продемонстрирована работоспособность адаптивного байесовского алгоритма для пуассоновских систем. Особенностью такого алгоритма является привлечение минимума априорной информации — оказалось достаточным только предположения о пуассоновском характере входных воздействий. Указаны принципиальные ограничения, присущие разработке подобных алгоритмов.

Дальнейшим развитием предпринятого исследования может стать детальная формулировка математических свойств элементов когнитивной системы, упомянутых в разработанном определении, постановка, решение и интерпретация математических задач анализа и синтеза.

13. Симкин Г. Н. Атомы поведения, или этология культуры // Человек. 1990. № 2. С. 17–30.
14. Симкин Г.Н. Явление жизни и функциональная организация биологических макросистем // Бюлл. Общества испыт. природы. Отд. Биологии. 1969. Т. LXXIV (3). С. 158–159.
15. Savelyev A. Stress and Functional System Theory. In: Proceeding of Second World Congress on Stress. 1998. Melbourne.
16. Савельев А.В. Онтологическое расширение теории функциональных систем // Журнал проблем эволюции открытых систем. Казахстан. Алматы. 2005. № 1(7). С. 86–94.
17. Кастлер Г. Возникновение биологической организации. М.: Мир, 1967. 90 с.
18. Солодова Е.А. Новые модели в системе образования: Синергетический подход. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 344 с.
19. Солодов А.В. Теория информации и ее применении к задачам автоматического управления и контроля. М.: Наука, 1967. 432 с.
20. Солодов А.А., Солодова Е.А. Анализ динамических характеристик случайных воздействий в когнитивных системах // Открытое образование. 2017. Том 21. № 1. С. 4–13.
21. Справочник по теории автоматического управления под ред. А.А. Красовского. М.: Наука, 1987. 712 с.
22. Растринин Л. А. Адаптация сложных систем. Рига: Зинатне, 1981. 375 с.
23. Дрожжева О.В. О байесовской устойчивости в эмпирическом байесовском подходе // Статистические методы оценивания и проверки гипотез. 2008. Вып. 21. С. 88–97.
24. Большев Л.Н. Байесовский подход эмпирический. Математическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1977. 404–406 с.

References

1. Sushchin M.A. Bayesian mind: a new perspective in cognitive science. *Voprosy filosofii* = Philosophy Issues. 2017; 3: 74-87. (In Russ.)
2. Clark Andy. Whatever Next? Predictive Brains, Situated Agents and the Future of Cognitive Science, Behavioral and Cognitive Science. 36; 3: 181-204.
3. Hohwy, Jacob. The Predicted Mind. Oxford University Press. NY. 2013.
4. Seth, Anil. The Cybernetic Brain. [Internet] <http://open-mind.net/papers/the-cybernetic-bayesian-brain>.
5. Fletcher, Frith. Perceiving is Believing: a Bayesian Approach to Explaining the Positive Symptoms of Schizophrenia. *Nature Reviews Neuroscience*. 10; 1: 48-58.
6. Levin B.R. *Teoreticheskiye osnovy statisticheskoy radiotekhniki* = Theoretical foundations of statistical radio engineering. Moscow: Soviet radio; 1976. 288 p. (In Russ.)
7. Stratonovich R.L. *Printsipy adaptivnogo priyema* = The principles of adaptive reception. Moscow: Soviet radio; 1973. 144 p. (In Russ.)
8. Robbins G. Empiricheskii bayesovskiy podkhod k statistike. *Matematika* = Empirical Bayesian approach to statistics. *Mathematics*. 1964; 8; 2: 133-140. (In Russ.)
9. Kuznetsov O.P. Cognitive semantics and artificial intelligence. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatiye resheniy* = Artificial intelligence and decision making. 2004; 4: 32-42. (In Russ.)
10. Val'kman YU.R. Cognitive semiotics: gestalt and signs, integrity and structure. *Sbornik trudov XV Mezhdunarodnoy konferentsii «Iskusstvennyy intellekt (KII-2016)»* = Proceedings of the XV International Conference "Artificial Intelligence (KII-2016)". Russia. Smolensk. October 2016; 2: 250-258 p. (In Russ.)
11. Lakoff D. *Zhenshchiny, ogon' i opasnyye veshchi: Chto kategorii yazyka govoryat nam o myshlenii* = Women, Fire, and Dangerous Things: What Language Categories Tell Us About Thinking. Moscow: 2004. (In Russ.)
12. Savel'yev A. V. Aspects of the possibility of conscious modeling of the unconscious in artificial societies. *Iskusstvennyye obshchestva* = Artificial Societies. 2009; 4: 1-4. (In Russ.)
13. Simkin G. N. Atoms of behavior, or ethology of culture. *Chelovek* = Man. 1990; 2: 17-30. (In Russ.)
14. Simkin G. N. The phenomenon of life and the functional organization of biological macro-systems. *Byull. Obshchestva ispyt. prirody. Otd. Biologii* = Bull. Society tested. nature. Sep. Biology. 1969. LXXIV (3): 158-159. (In Russ.)
15. Savelyev A. Stress and Functional System Theory. In: *Proceeding of Second World Congress on Stress*. 1998. Melbourne.
16. Savel'yev A.V. Ontological extension of the theory of functional systems. *Zhurnal problem evolyutsii otkrytykh sistem. Kazakhstan. Almaty* = Journal of problems of the evolution of open systems. Kazakhstan. Almaty. 2005. 1(7): 86-94.
17. Kastler G. *Vozniknoveniye biologicheskoy organizatsii* = The emergence of a biological organization. Moscow: Mir; 1967. 90 p. (In Russ.)
18. Solodova Ye.A. *Novyye modeli v sisteme obrazovaniya: Sinergeticheskiy podkhod* = New models in the education system: Synergetic approach. Moscow: Book House «LIBROCOM»; 2012. 344 p. (In Russ.)
19. Solodov A.V. *Teoriya informatsii i yeye primeneniye k zadacham avtomaticheskogo upravleniya i kontrolya* = The theory of information and its application to the tasks of automatic control and control. Moscow: Nauka; 1967. 432 p. (In Russ.)
20. Solodov A.A., Solodova Ye.A. Analysis of the dynamic characteristics of random influences in cognitive systems. *Otkrytoye obrazovaniye* = Open Education. 2017; 1; 21: 4-13. (In Russ.)
21. *Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravleniya pod red. A.A. Krasovskogo* = Reference on the theory of automatic control, ed. A.A. Krasovsky. Moscow: Nauka; 1987. 712 p. (In Russ.)
22. Rastrigin L. A. *Adaptatsiya slozhnykh sistem* = Adaptation of complex systems. Riga: Zinatne; 1981. 375 p. (In Russ.)
23. Drozhzheva O.V. On Bayesian stability in the empirical Bayesian approach. *Statisticheskiye metody otsenivaniya i proverki gipotez, Permskiy gosudarstvennyy universitet* = Statistical methods for evaluating and testing hypotheses. 2008. 21: 88-97. (In Russ.)
24. Bol'shev L.N. *Beyesovskiy podkhod empiricheskoy. Matematicheskaya entsiklopediya* = The Bayesian approach is empirical. *Mathematical Encyclopedia*. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya; 1977: 404-406. (In Russ.)

Сведения об авторе

Александр Александрович Солодов
 д.т.н., профессор, профессор кафедры
 Прикладной математики и программирования
 Российский государственный университет им.
 А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
 Москва, Россия
 Эл. почта: aasol@rambler.ru

Information about the author

Aleksander A. Solodovnikov
 Dr. Sci. (Engineering), Professor,
 Professor of the Department of Applied Mathematics
 and Programming
 Kosygin Russian State University,
 Moscow, Russia.
 E-mail: aasol@rambler.ru

Модульная архитектура интеллектуальной системы для решения задач интернета вещей*

Цель исследования. Целью исследования является формирование модульной архитектуры интеллектуальной системы для решения задач интернета вещей. Для этого рассмотрены современные направления развития технологий, среди которых выделены наиболее значимые, перспективные направления и события в области информационных технологий. Среди этих направлений, событий выделены: внедрение технологий Industry 4.0; использование облачных, туманных вычислений; машинное обучение; когнитивный подход в области искусственного интеллекта; развитие когнитивного компьютеринга. Раскрыто основное содержание этих направлений. В контексте интернета вещей рассмотрена модульная архитектура интеллектуальной системы и описаны ее модули для решения задач целенаправленного поведения. В рамках развития интернета вещей рассмотрены подходы к управлению инновационными процессами. Сделан акцент на использовании когнитивных карт. При возрастании объемов информации возникают задачи принятия эффективных решений. Для этого рассмотрены интеллектуальные системы, ориентированные на использование концептов-представлений и концептов сценариев. **Материалы и методы исследования.** При решении задач в рамках концепции Industry 4.0 (интернета вещей) требуются новые подходы и методы. Система Industry 4.0 представляет множество технологий, включающих создание устройств, датчиков, множество протоколов их взаимодействия. Одним из главных ее направлений является интернет вещей, который представляет собой новый шаг совершенствования интернета. Для развития интернета вещей используются туманные вычисления, которые расширяют и дополняют облачные вычисления. Одним из центральных мест в интернете вещей является машинное обучение. Дано краткое описание основных методов машинного обучения. Показано использование когнитивного подхода в контексте понимания и использования механизмов, которые позволяют человеку расшифровывать информацию о действительности и организовывать ее для проведения сравне-

ния, принятия решения и многих новых задач, возникающих в повседневной жизни. Представлены развивающиеся направления когнитивного компьютеринга.

Результаты. Предложена модульная архитектура интеллектуальной системы для решения задач интернета вещей: модули интеллектуальной системы для решения задач интернета вещей с использованием чувственных образов; модули интеллектуальной системы для решения задач интернета вещей с использованием концептов-представлений; модули интеллектуальной системы для решения задач интернета вещей с использованием концептов-сценариев. Представлены значимые, перспективные направления и события в области информационных технологий и раскрыто их основное содержание. Рассмотрены подходы к управлению инновационными процессами. Описано использование нечеткой когнитивной карты, отражающей влияющие на продолжительность жизненного цикла этапы и факторы создания робота-пылесоса.

Заключение. Использование модульной архитектуры интеллектуальной системы позволяет решать задачи целенаправленного поведения с использованием чувственных образов окружающего мира. Такие системы могут применяться для решения задач интернета вещей. Используя интегрированный подход к описанию действительности, интеллектуальная система модульной архитектуры позволяет формировать концепты-представления и концепты-сценарии. Они могут сократить потоки информации, что актуально для интернета вещей и интернета всего. Описание значимых, перспективных направлений в области информационных технологий, подходов к управлению инновационными процессами дает понимание развития когнитивного компьютеринга.

Ключевые слова: когнитивный подход, интернет вещей, инновационные процессы, концепты-представления, чувственный образ, концепты-сценарии

Vasiliy M. Trembach

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

Modular architecture of the intellectual system for solving the problems of the internet of things

Purpose of the study. The aim of the study is the formation of the modular architecture of an intelligent system for solving the problems of the Internet of things. For this, modern trends in the development of technologies are considered, among which the most significant, promising areas and events in the field of information technologies are highlighted. Among these areas, events highlighted: the introduction of Industry 4.0 technologies; use of cloud, fog computing; machine learning; cognitive approach in the field of artificial intelligence; development of cognitive computing. The main content of these areas is disclosed. In the context of the Internet of things, the modular architecture of an intelligent system is considered and its modules

for solving tasks of purposeful behavior are described. As part of the development of the Internet of things, approaches to the management of innovative processes are considered. Emphasis is placed on the use of cognitive maps. With an increase in the volume of information, problems arise in making effective decisions. For this, intelligent systems focused on the use of conceptual representations and scripting concepts are considered.

Materials and research methods. When solving problems within the framework of the Industry 4.0 concept (the Internet of things), new approaches and methods are required. System Industry 4.0 represents many technologies, including the creation of devices, sensors, and

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты № 18-07-00918; 19-07-01137.

many protocols for their interaction. One of its main directions is the Internet of things, which represents a new step in improving the Internet. For the development of the Internet of things, fog computing is used that extends and complements cloud computing. One of the central places on the Internet of things is machine learning. A brief description of the basic methods of machine learning is given. The use of a cognitive approach in the context of understanding and using mechanisms that allow a person to decipher information about reality and organize it for comparisons, decision making and many new tasks that arise in everyday life is shown. The developing directions of cognitive computing are presented.

Results. The modular architecture of an intelligent system for solving the problems of the Internet of things is proposed: modules of an intelligent system for solving the problems of the Internet of things using sensory images; intelligent system modules for solving the problems of the Internet of things using conceptual representations; intelligent system modules for solving the problems of the Internet of things using concept scenarios. Significant, promising areas and events in the field of information technology are presented and their main content

is disclosed. Approaches to the management of innovative processes are considered. The use of a fuzzy cognitive map is described, which reflects the stages and factors of creating a robot vacuum cleaner that affect the life cycle.

Conclusion. Using the modular architecture of an intelligent system allows you to solve the problem of targeted behavior using sensual images of the world. Such systems can be used to solve the problems of the Internet of things. Using an integrated approach to the description of reality, the intelligent system of modular architecture allows the formation of conceptual representations and conceptual scenarios. They can reduce the flow of information, which is important for the Internet of things and the Internet of everything. Description of significant, promising areas in the field of information technology, approaches to managing innovative processes gives an understanding of the development of cognitive computing.

Keywords: cognitive approach, Internet of things, innovative processes, concepts-representations, sensual image, concept-scenarios

Введение

В жизни современного общества за последние десятилетия и, даже, за последние годы произошли события, которые могут стать знаковыми для общества в сфере информационных технологий (ИТ). Эти события связаны с появлением и развитием некоторых концепций, технологий и могут в будущем оказать решающее влияние на дальнейшую жизнь человечества.

Одним из важных направлений будущего развития передовых стран является Industry 4.0, которое, в узком смысле, есть название, которое получил один из проектов государственной Hi-Tech стратегии ФРГ до 2020 года. Этот проект представляет концепцию умного производства на базе глобальной сети интернета вещей и услуг.

По сути Industry 4.0 является переходом на современное автоматизированное цифровое производство. В этом направлении осуществляется управление интеллектуальными системами в реальном времени при взаимодействии с окружающим миром. Управление выходит за границы одного предприятия и объединяется в промышленный интернет вещей.

А в широком смысле, Индустрия 4.0 характеризует направление развития автоматизации

и обмена данными. Это развитие технологий включает в себя киберфизические системы, интернет вещей и облачные вычисления.

По мнению специалистов, наиболее значимыми, перспективными направлениями, событиями для области ИТ, можно выделить [1,2,3]:

- внедрение технологий Industry 4.0;
- использование облачных, туманных вычислений;
- машинное обучение, особенно подходы к использованию нейронных сетей глубокого обучения;
- когнитивный подход в области искусственного интеллекта (ИИ);
- развитие когнитивного компьютеринга.

В настоящее время активно ведутся разработки в области интернета вещей, туманных и облачных вычислений. Одними из главных технологий Industry 4.0, интернета вещей, за которым ожидается интернет всего — является машинное обучение с развивающимися нейронными сетями глубокого обучения. Ведущие ИТ компании и научные центры мира занимаются развитием когнитивного компьютеринга который ориентирован на создание таких систем, которые могут решать возникающие задачи без помощи человека. Ожидается увеличение объемов информации, необходи-

мой для эффективной работы интернета вещей (взаимодействия устройств) и устройств будущего интернета всего.

Для успешной работы интернета вещей, а в будущем и интернета всего необходимы подходы к восприятию и использованию больших объемов информации. Одним из таких подходов является их сокращение за счет обобщения — формирования концептов представлений и концептов-сценариев. Целью статьи является создание модульной архитектуры интеллектуальной системы, позволяющей работать с чувственными образами, формировать концепты-представления и концепты-сценарии. Интеллектуальные системы с такой модульной архитектурой должны обеспечить взаимодействие встроенных в вещи устройств.

1. Направления развития информационных технологий

Одним из главных направлений Industry 4.0 является Интернет вещей (Internet of Things, IoT), представляющий собой новый виток совершенствования интернета. На этом новом этапе развития проявилась ситуация, когда к интернету подключено больше вещей, чем людей, т.е. количество устройств в сети обогнало численность населения во всем мире.

Интернет вещей объединяет окружающие нас объекты в телекоммуникационную компьютерную сеть. Эти вещи обмениваются информацией между собой и взаимодействуют без вмешательства человека, в режиме близком к реальному времени. Интернет вещей есть отражение в интернете окружающего нас реального мира.

Появление и развитие интернета вещей, как одной из технологий Industry 4.0, стало возможным за счет активного распространения телекоммуникаций в интернете, смартфонов, различных гаджетов, беспроводных сетей, удешевления электронных компонентов и обработки данных. В реальности системы интернета вещей состоят из множества умных устройств и облачной платформы, к которой они подключены. К этой системе примыкают системы хранения, обработки и защиты, собранных вычислителями, датчиками данных. Система Industry 4.0 представляет не одну, а целый стек технологий, включающий создание датчиков, множество протоколов их взаимодействия.

К основным компонентам, цифровым технологиям, которые могут использоваться в модулях интеллектуальной системы для решения задач в рамках Industry 4.0 [3,4,5,6,7], можно отнести:

- «Киберфизическая система» (CyberPhysical Systems) – комплексная система из вычислительных и физических элементов. Постоянно получает данные из окружающей среды и использует их для дальнейшей оптимизации процессов управления.

- «Интернет вещей» (Internet of Things) – объединение окружающих нас объектов в телекоммуникационную компьютерную сеть.

- «Интернет услуг» (Internet of Services).

- «Умное предприятие» (Smart Factory).

- 3D-печать (создание цельных трехмерных объектов на основе цифровой модели).

- Collaborative robot (CoBot) или КоБот – это робот для физического взаимодействия с человеком в совместной рабочей зоне. (Усовершенствованные интерфейсы взаимодействия между человеком и компьютером).

- Виртуальная реальность и дополненная реальность.

- Искусственный интеллект – это инструменты и технологии, которые позволяют обрабатывать большие объемы информации, обучаться (Интеллектуальные датчики / Мобильные устройства / переносимые гаджеты).

- Облачные и туманные вычисления.

- Интероперабельность (Interoperability) – (функциональная совместимость) важнейший фактор промышленной концепции Industry 4.0.

- Машинное обучение есть способность компьютерных систем улучшать свою деятельность путем использования данных без необходимости запрограммированных инструкций.

- Обработка естественного языка – работа с текстом, как у человека (извлекая смысл из текста или синтезируя читаемый, стилистически естественный и грамматически правильный текст. Вести обработку естественного языка не понимая текст, но при этом уметь манипулировать текстом в сложных формах).

- Робототехника. Интегрирует когнитивные технологии, такие как компьютерное зрение и автоматизированное планирование с датчиками, приводами и оборудованием (беспилотные аппараты, роботы с искусственным интеллектом, бытовые роботы и множество потребительских товаров от игрушек до домашней прислуги).

- Распознавание речи. Фокусируется на автоматическое

и точное расшифровывание человеческой речи.

- Анализ больших массивов данных и продвинутые алгоритмы аналитики.

- Технологии определения местонахождения.

- Кибербезопасность (Аутентификация и выявление случаев мошенничества) [7,8,9]

Киберфизическая система – это комплексная система из вычислительных и физических элементов, которая постоянно получает данные из окружающей среды и использует их для дальнейшей оптимизации процессов управления.

Туманные вычисления призваны расширить облачные функции хранения, обработки и сетевого взаимодействия. Концепция включает обработку и сбор данных, расположенных на конечных устройствах сети, а не в облаке, решая таким образом основные проблемы, возникающие при организации интернета вещей [10].

Под облачными, туманными вычислениями понимается модель, в которой для хранения данных, их анализа и принятия решений используются ресурсы устройств, работающих как в центральных узлах сети, так и с использованием персональных компьютеров, гаджетов, бытовых приборов, летательных аппаратов, видеокамер и так далее.

Для облачных вычислений основные операции выполняют централизованные дата-центры, которые собирают данные с оконечных узлов сети и находят им дальнейшее применение. В облачной модели важной характеристикой является пропускная способность каналов, по которым идет обмен информацией между облаком и оконечными (периферийными) узлами сети.

Для туманных вычислений предполагается значительную часть обработки проводить на периферии, что позволит увеличить скорость принятия решений. Таким образом

централизованное «облако» и децентрализованный «туман» будут дополнять друг друга.

Современные туманные решения наиболее подходят для интернета вещей — сети, в которой различные устройства взаимодействуют друг с другом и окружающей средой на основе заложенных правил, по команде человека или по команде интеллектуального агента. В туманных вычислениях границей сети считается точка, где создаются данные с IoT-устройств. Сейчас все чаще можно услышать об «интернете всего» (internet of everything или IoE). Данное понятие предложено компанией Cisco, как и понятие «интернет вещей», и будет актуальным лет через пять, когда число устройств, подключенных к интернету, будет составлять десятки миллиардов. Все они будут использовать туманные вычисления, обмениваться друг с другом данными (определять свое местонахождение, передавать показания различных датчиков, предлагать интернет-услуги, синхронизировать файлы, и т. д.). И такая глобальная система будет называться «интернетом всего».

Машинное обучение (machine learning, ML) является областью знаний, из состава основных источников технологий и методов, используемых в областях больших данных и Интернета вещей. В этой области изучаются и разрабатываются подходы, алгоритмы автоматизированного извлечения знаний из сырого набора данных, методы обучения информационных систем на основе результатов, полученных при обработке данных, прогнозируемых ситуаций, распознавания образов и т. д. Современное машинное обучение представляет класс методов искусственного интеллекта, в основе которых не прямое решение задачи, а обучение в ходе применения решений множества сходных задач.

Целью машинного обучения является предсказание результата по входным данным. ML позволяет компьютерам обучаться самостоятельно, используя возможности современной вычислительной техники, способной легко обрабатывать огромные массивы данных [11].

В современном представлении ML объединяет в себе:

- технологии нейронных сетей,
- методы обучения по прецедентам,
- генетические алгоритмы и их приложения,
- правила вывода,
- подходы и методы аналитического обучения.

Одним из видов машинного обучения являются нейронные сети, с которыми напрямую связано глубинное (глубокое) обучение — Deep Learning. Слово «глубинное» обозначает степень сложности (глубины) используемого обучения нейросети наличие более чем одного скрытого слоя. Скрытые слои, используя полученные входные данные, выполняют математические вычисления. Одним из основных вопросов, при построении нейросетей, является выбор количества скрытых слоев и количества нейронов в каждом слое. Глубокое обучение представляет собой архитектуру нейросетей, один из подходов к их построению и обучению.

Нейронные сети глубокого обучения «тренируются» путем подстройки весов своих связей так, чтобы лучше передавать входные сигналы через множество слоев тем нейронам, которые отвечают за различные способы текущей обработки.

История машинного обучения, как и многое другое в искусственном интеллекте, началась с многообещающих работ в 1950-х — 1960-х годах. Первые шаги в использовании технологий искусственного интеллекта связаны с компьютерной парадигмой [12].

Расширение области практических интеллектуальных задач, решаемых системами ИИ, привело к пониманию того, что при выполнении некоторых интеллектуальных задач компьютер уступает человеку [12,13,14]. «То, что сложно компьютеру — просто человеку и наоборот, то, что сложно человеку, просто компьютеру» [12].

В области когнитивного подхода исследователями и разработчиками выделяется направление, концепция которого связана с проведенным исследованием Э.Рош [14]. Это направление более полно описано в работе Лакоффа [13]. В этой работе показана возможность использования и дальнейшего развития полученных результатов исследований в современных технологиях из области искусственного интеллекта [12].

Целью когнитивного подхода является понимание и использование механизмов, которые позволяют человеку расшифровывать информацию о действительности и организовывать ее для проведения сравнения, принятия решения и многих новых задач, возникающих в повседневной жизни.

Исследование механизмов, используемых человеком для решения трудных задач, их использование является основной задачей для развития когнитивного подхода в области искусственного интеллекта.

Когнитивные вычисления (cognitive computing) — это современные технологии, которые с помощью многих исследователей развиваются быстрыми темпами и помогают человеку обрабатывать огромные потоки информации, генерируемые человечеством. Для решения своей основной задачи (упрощения работы человека со своим современным информационным окружением), системы когнитивных вычислений должны быть:

– Адаптивными, т.е. реагировать на изменения информационного окружения, изменяющиеся цели и задачи. Системы когнитивных вычислений должны уметь вести обработку динамических данных и выдавать результат в режиме реального времени.

– Интерактивными, благодаря взаимодействию с пользователем в комфортном окружении, получая нужный результат. Системы когнитивных вычислений должны иметь возможность работать с другими системами, приложениями, устройствами, облачными сервисами и людьми.

– Самообучаемыми, при этом работа систем когнитивных вычислений должна основываться на новых данных и на результатах своей работы в прошлом. Для этого такие системы должны «запоминать» предыдущие действия и обращаться к своему «опыту» при необходимости.

– Контекстуальными. Для этого системы когнитивных вычислений должны понимать, идентифицировать и выделять контекст с помощью таких элементов как значение, время, местоположение, статус пользователя, цель, процесс, задачу и некоторые категории. Система должна уметь взаимодействовать с несколькими источниками информации, включая структурированные и неструктурированные данные, а также с устройствами интернета вещей и интернета всего.

К когнитивному компьютерному специалисту относят всё, что связано с моделированием мозговых процессов человека. Это системы с обучением, извлечением данных, распознаванием образов в виде фото, видео, речи, обработка текстов на естественных языках и многие другие направления. Нацелен когнитивный компьютер на создание таких систем, которые могут решать поставленные задачи без участия человека.

Компания IBM определила три основных направления, в которых наиболее интенсивно станут развиваться новые когнитивные технологии: принятие решений, аналитический анализ и диалог с клиентом (пользователем).

2. Интеллектуальная система для решения задач целенаправленного поведения

Для создания новых ИС [15,16] специалистами применяются разработки на основе компьютерной парадигмы и полученные результаты, в ходе исследований когнитивных механизмов, для решения новых задач с использованием базы знаний. В рамках технологии «Индустрия 4.0» использование такого подхода при формировании планов целенаправленного поведения дает возможность массового внедрения киберфизических систем в производство и обслуживание для развития интернета вещей [17].

Базы знаний ИС строятся с использованием интегрированного подхода, который использует сетевые и логические парадигмы представления действительности. За основу использования представления знаний берутся чувственные образы. Чувственный образ (ЧО) предмета или явления, в рамках интегрированного подхода, есть отображение окружающего мира на уровне восприятия данных (перцепции). Он может быть представлен семеркой признаков:

ЧО = <Имя, ПРДУ, ПСТУ, СПИМНУ, СПИМВУ, СПИМР, МПСРС>, где:

– Имя – имя описываемой вершины-сущности. Является обозначением сущности элемента образа. В реальном мире может быть либо объектом, либо действием.

– ПРДУ – предусловие вершины-сущности описывает

ситуацию, когда вершина будет активной.

– ПСТУ – постусловие служит признаком активизации, для текущей вершины-сущности, свидетельствующим о переходе этой вершины-сущности в активное состояние после реализации управляющего воздействия.

– СПИМНУ – список имен вершин-сущностей нижнего уровня (содержание). Указывает вершины-сущности, определяющие рассматриваемую вершину-сущность.

– СПИМВУ – список имен (названий) вершин-сущностей верхнего уровня используется для анализируемой вершины-сущности. Содержит имена сущностей, которые определяются рассматриваемой вершиной.

– СПИМР – список имен (названий) вершин-сущностей рода. Для рассматриваемой вершины показывает все имена вершин, которые охвачены текущей вершиной.

– МПСРС – множество представлений о ситуациях для рассматриваемой вершины-сущности. Содержит характерные ситуации, в которых она содержится.

Интеллектуальная система для использования чувственных образов имеет архитектуру, показанную на рис. 1.

База знаний интеллектуальной системы обеспечивает запись, редактирование и хранение описаний чувственных образов понятий, явлений, признаков и команд. Перечисленные описания используются в модуле планирования.

Модуль планирования операций (управляющих воздействий – УпрВ) используется для планирования решения задач. Формируемый план включает множество запланированных операций. Эти операции нужны для перехода в требуемое состояние.

Сформированные команды выдаются в модуль реализации спланированных операций

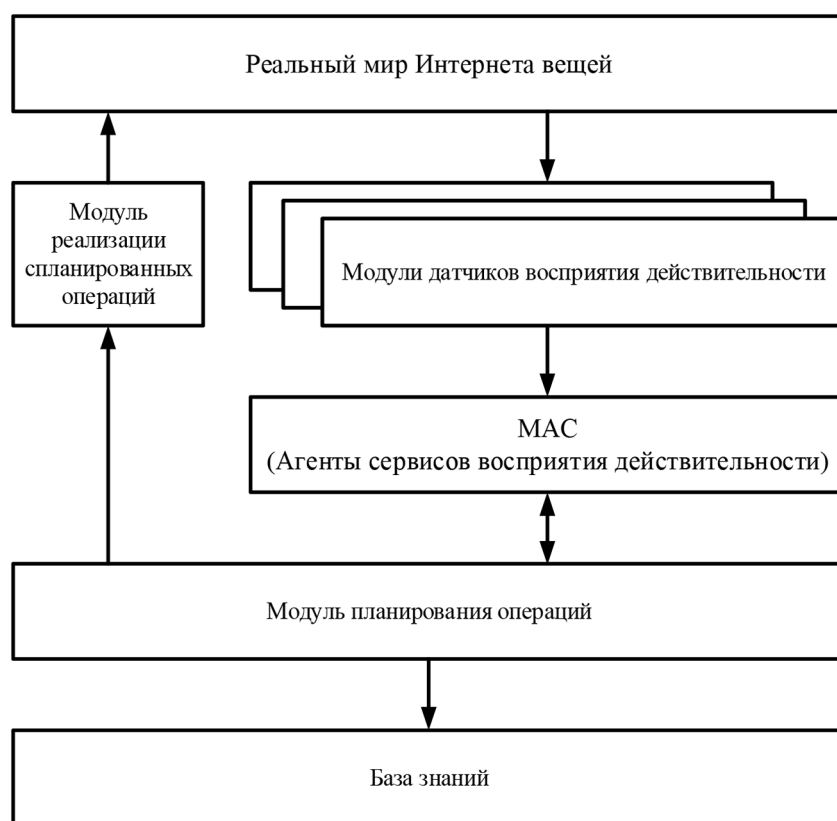


Рис. 1. Архитектура интеллектуальной системы для использования чувственных образов

для взаимодействия с объектом управления и внешней средой. В этом модуле сохраненные результаты выдаются на исполнительные устройства, проверяется безошибочность их отработки. В ближайшее время на этом месте появятся умные устройства из вычислительных и физических элементов.

МАС — это многоагентная система, которая содержит агенты сервисов восприятия действительности. Эти агенты вместе с модулями датчиков восприятия действительности используются для получения данных, отражающих состояние управляемого объекта, модулей ИС, наличие возмущений внешней среды и т.д. Для этих целей используются все доступные ИС признаки. В МАС формируются чувственные образы для актуального текущего состояния Стека, а также принимаются и обрабатываются значения признаков из различных источников (встроенных датчиков, про-

граммных приложений).

Реальный мир интернета вещей может содержать технически сложный объект управления. В недалеком будущем этот реальный мир начнет заполняться киберфизическими системами, приборами, взаимодействующими между собой. В качестве одного из таких приборов должна быть интеллектуальная система для управления инновационными процессами.

3. Подходы к управлению инновационными процессами

В современном мире используются различные подходы к активизации инновационной деятельности. Одним из важных направлений в области поддержки и принятия решений является когнитивное моделирование при исследовании управления инновационными процессами (ИП).

Актуализация когнитивного подхода в области инноваций

обусловлена сложностью анализа содержащихся признаков и прогнозирования процессов функционирования современных организаций, принятием эффективных управленческих решений в современных областях человеческой деятельности.

Моделирование ИП проводится для формирования базы прецедентов, которая используется при принятии управленческих решений.

К настоящему времени специалистами выделяется несколько поколений (generation — G) моделей инновационного процесса [18,19,20,21].

Для поколения G1 используется Линейная модель (с1955 года до середины 1960-х годов). В рамках этой модели ИП «подталкивается» технологиями.

В следующем поколении моделей G2 отражается линейно-последовательная модель, которую еще называют рыночной. Использовалась с конца 1960-х годов — до начала 1970-х годов. По сути отражает линейно-последовательную модель, делая акцент на важность рынка (модель “Рыночного вытягивания”). В рамках этой модели инновационный процесс подталкивается необходимостью — источником всех изобретений.

В третьем поколении моделей инновационных процессов G3 применяется интерактивная модель с начала 1970-х годов — до середины 1980-х годов. Является комбинацией поколений моделей G1 и G2. В этих моделях использовались связи технологических способностей и возможностей с текущими потребностями рынка.

Для поколения G4 используется интегрированная модель (Японский подход к инновационному процессу или догоняющий тип инновационного процесса). Она стала применяться с середины 1980-х годов. Применяет одновременную работу над идеей, проек-

том нескольких групп специалистов. Обычно эти группы работают в нескольких разных направлениях.

Для поколения моделей G5 применяется модель стратегических сетей. Поколение G5 используется с середины 1990-х годов. Данное направление представляет собой совмещение интегрированной модели (G4) и интеграции стратегически взаимодействующих компаний. Модель G5 отражает процесс цифровизации инновации, характеризующийся расширением использования интеллектуальных систем, имитационного моделирования, интегрированных систем, систем проектирования и т.д., связанных с поставщиками. Инновационные процессы проявляются как результат взаимодействия компании, ее поставщиков, конкурентов и потребителей.

Модели поколения G6 обязаны своим появлением увеличению роли знаний, которые стали доминировать в современной экономике. Значимыми характеристиками модели G6 является то, что организации, предприятия, фирмы обладают разной информацией, они отличаются тем, насколько интенсивно используются эти знания, и тем, как они используют и преумножают эти знания.

Таким образом можно отметить дальнейшее смещение составляющих инновационного продукта от элементов материальной природы к элементам интеллектуальным, которые представляются в виде надежной и своевременно полученной информации. В итоге процесс нововведения постоянно эволюционирует и на данный момент имеет сложный многоаспектный характер.

Для принятия обоснованных решений при управлении инновационными процессами требуется проверенная информация. В действительности используемая информация имеет



Рис. 2. Продолжительность жизненного цикла создания робота-пылесоса

неточность по восприятию, интерпретации источников, применяются различные способы передачи и т.д. [22]. В этой ситуации актуальным становится использование и дальнейшее развитие когнитивного подхода. Для управления инновационными процессами успешным является применение когнитивных механизмов, которыми пользуется человек при решении сложных задач. Одним из таких подходов является применение когнитивной карты, представляющей собой знаковый ориентированный граф с обратными связями [23, 24.]

Вершины в этом графе отражают ключевые факторы объекта исследования и называются концептами. Каждой вершине (концепту) ставится в соответствие несколько переносных состояний, и они характеризуют состояние концепта качественно или количественно.

Ребра графа (дуги) отражают причинно-следственные связи между вершинами. Эти связи показывают направление влияния концептов друг на друга и степень этого влияния.

Одним из недостатков традиционных когнитивных карт является ограниченность применения, отсутствие численного моделирования функционирования систем, для которых они создаются [25].

Для информационных систем, которые являются составляющими инфраструктуры систем инновационных процессов, целесообразно использовать нечеткие когнитивные карты (НKK).

Используя построенную НKK можно сформировать матрицы взаимовлияний концептов друг на друга. На основе сформированной матрицы можно исследовать поведение и устойчивость разработанной НKK. В дальнейшем можно проводить расчеты системных показателей карты [25].

Для примера представляется НKK в которой отражаются влияющие на продолжительность жизненного цикла (ЖЦ) этапы и факторы создания робота-пылесоса. На продолжительность ЖЦ создания робота-пылесоса (1) влияют такие показатели, как

– (2) длительность каждого этапа разработки, производства;

- (3) задержки в производстве роботов-пылесосов;
- (4) возможные неисправности модулей;
- (5) возможные ошибки, сбои в производстве модулей;
- (6) доступность ресурсов.

Нечеткая когнитивная карта, отражающая продолжительность жизненного цикла (ЖЦ) создания робота-пылесоса представлена на рис. 2.

Многие из данных показателей имеют свою определенную степень нечеткости и использование теории нечеткой логики является эффективным решением для работы в такой ситуации. Построение НКК дает возможность наглядно увидеть факторы, влияющие на продолжительность ЖЦ создания робота-пылесоса, что позволяет сформировать своевременные управляющие решения для оптимизации процессов производства инновационных продуктов.

4. Интеллектуальная система с использованием концептов-представлений

Возрастание объемов, используемой современным обществом информации, требует эффективных задач для их обработки – инноваций и новых подходов к их решению. Одним из таких подходов является использование когнитивных механизмов, применяемых человеком в повседневной деятельности. Одним из таких механизмов является обобщение информации о реальном мире при создании концептов-представлений и концептов-сценариев.

Формирование концептов-представлений интеллектуальной системы служит для обобщения чувственных образов предметов, действий, ситуаций реального мира [26].

По степени абстрактности они являются более высокими, чем представления о реальном мире через конкретно-чувственные образы. В ИС

концепты-представления отражают наиболее наглядные, яркие внешние признаки ситуации, объекта или явления. Эти признаки проявляются в ходе работы интеллектуальной системы. Концепты-представления задаются в формате интегрированного подхода к описанию знаний. Этот подход может представляться как в работе [26] и иметь следующее содержание:

- Имя концепта-представления. Является названием элемента (объекта, действия), определяющего этот концепт;
- Предусловие. Содержит множество существенных и отделяемых признаков представления. Необходимо при описании ситуации, для которой вершина, соответствующая текущей, будет активной;
- Постусловие. Выступает признаком активизации вершины (концепта);
- Список имен вершин нижнего уровня. Представляется как содержание. Включает названия вершин-сущностей,

которые определяют рассматриваемую вершину-сущность;

- Список имен вершин верхнего уровня. Включает, для рассматриваемой вершины сущности (концепта-представления), имена вершин-сущностей, которые определяются этой вершиной (концептом-представлением);

- Содержание концепта-представления. Является множеством существенных признаков представления,

- Объем концепта-представления. Содержит множество предметов или явлений, на которые распространяется концепт-представление.

Архитектура интеллектуальной системы с использованием концептов представлений показана на рис. 3. В отличие от ИС с чувственными образами в ее состав введен модуль формирования концептов-представлений.

Формирование концептов-представлений является возможностью обобщения чувственных образов предметов и явлений. Для обобщения

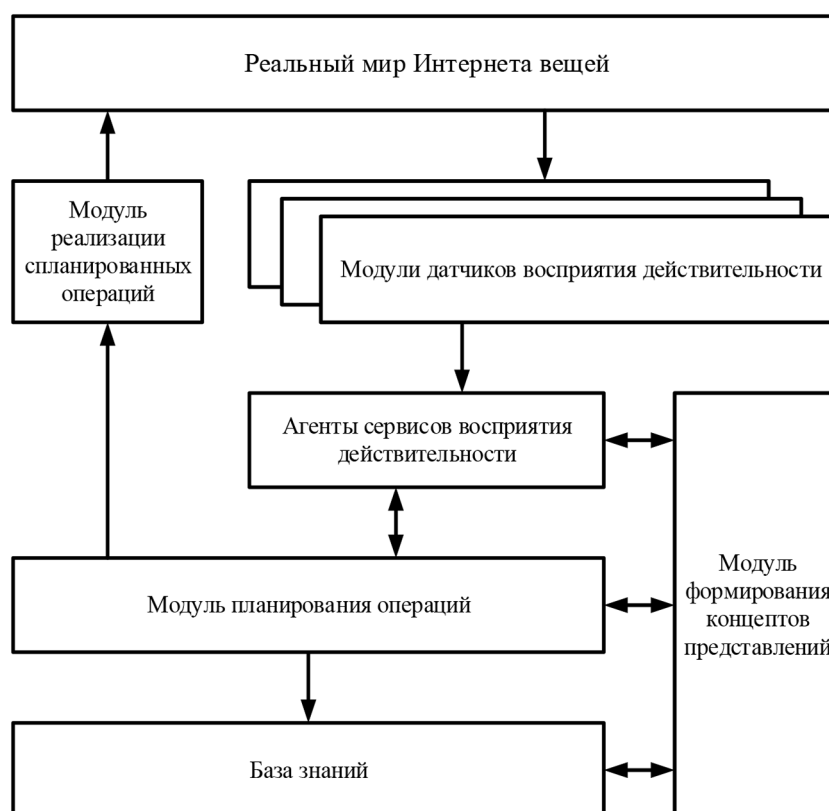


Рис. 3. Структурная схема интеллектуальной системы с использованием концептов представлений

операций, состоящих из чувственных образов объектов и явлений (управляющих воздействий) используются концепты-сценарии.

5. Интеллектуальная система с модулем для формирования концептов-сценариев

Если концепт-представление используется для обобщения чувственных образов разных предметов и явлений реального мира, то концепт-сценарий является динамически представленным фреймом и включает последовательность этапов, эпизодов. По Дж. Лакоффу [13] «... сценарию соответствует следующая онтология: начальное состояние, последовательность событий, конечное состояние. Для более сложных задач в онтологию сценария могут включаться люди, вещи, свойства, отношения. Входящие в онтологию элементы часто связываются отношениями определенных типов: причинными отношениями, отношениями тождества и т.д.».

При использовании интегрированного метода представления знаний структура концепта-сценария имеет следующий вид [27]:

- Имя (название) концепта-сценария,
- Предусловие. Включает множество существенных и отделяемых признаков концепта-сценария;
- Постусловие. Содержит признак активизации вершины-сущности (концепта-сценария);
- Содержание концепта-сценария. Включает множество существенных признаков концепта-сценария;
- Объем концепта-сценария. Содержит множество ситуаций для которых используется этот сценарий;
- Список имен состояний (событий, сценариев) верхнего уровня;

– Список имен сущностей нижнего уровня.

В качестве примера рассматривается демо-ситуация в которой используются конкретно-чувственные образы операций из бизнес-процесса «Установка модуля робота-пылесоса». Установка модуля робота-пылесоса может быть представлена несколькими операциями бизнес-процесса.

Первая из них связана с ЗАКАЗОМ модуля на складе компании; вторая связана с входным контролем модуля; третья с установкой модуля на плату робота-пылесоса.

Для операции ЗАКАЗ формируется ее концепт-представление из множества конкретно-чувственных образов событий (включить ПК, ввести пароль инженера, открыть сайт компании, зарегистриро-

ваться, ввести данные модуля, отправить заказ; включить ПК, ввести пароль администратора, открыть сайт компании, зарегистрироваться, ввести данные модуля, отправить заказ; ... использовать ПК начальника, открыть сайт компании, зарегистрироваться, ввести данные модуля, отправить заказ).

После выполнения, указанных выше операций, операция ЗАКАЗ будет представлена следующим образом: «ЗАКАЗ; предусловие: сайт компании открыт — да; введены данные модуля — да; заказ отправлен — да; постусловие: заказ сделан — да».

Подобным образом будут получены концепты-представления для операций ВХОДНОЙ_КОНТРОЛЬ и УСТАНОВКА_МОДУЛЯ:

«ВХОДНОЙ_КОНТРОЛЬ; предусловие: заказ сделан —

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<base>
  <concept-scenario name="УСТАНОВКА_МОДУЛЯ" comments="установить модуль робота">
    <PRDU>
      <element name="сайт_компании_открыт" ODZname="да" w="1"/>
      <element name="введены_данные_модуля" ODZname="да" w="1"/>
      <element name="заказ_отправлен" ODZname="да" w="1"/>
    </PRDU>
    <PSTU>
      <element name="модуль_установлен" ODZname="да" w="1"/>
    </PSTU>
    <CONTENTcon>
      <EVENT>
        <event name="ЗАКАЗ" comments="заказ модуля на складе"/>
        <PRDU>
          <element name="сайт_компании_открыт" ODZname="да" w="1"/>
          <element name="введены_данные_модуля" ODZname="да" w="1"/>
          <element name="заказ_отправлен" ODZname="да" w="1"/>
        </PRDU>
        <PSTU>
          <element name="заказ_сделан" ODZname="да" w="1"/>
        </PSTU>
        <event name="ВХОДНОЙ_КОНТРОЛЬ" comments="заказать билет"/>
        <PRDU>
          <element name="заказ_сделан" ODZname="да" w="1"/>
        </PRDU>
        <PSTU>
          <element name="модуль_исправен" ODZname="да" w="1"/>
        </PSTU>
        <event name="УСТАНОВКА_МОДУЛЯ_НА_ПЛАТУ" comments="установить модуль на плату"/>
        <PRDU>
          <element name="модуль_исправен" ODZname="да" w="1"/>
        </PRDU>
        <PSTU>
          <element name="модуль_установлен" ODZname="да" w="1"/>
        </PSTU>
      </EVENT>
    </CONTENTcon>
    <...>
  </concept-scenario>
</base>
```

Рис. 4. Фрагмент базы знаний с представлением концепта-сценария

да; постусловие: модуль исправен — да».

«УСТАНОВКА МОДУЛЯ НА ПЛАТУ; предусловие: модуль исправен — да; постусловие: модуль установлен — да».

Концепт-сценарий, первоначально, представляется как концепт-представление операции, например, ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ. В ходе деятельности выясняется, что этой операции часто предшествует концепт операции ЗАКАЗ. Таким образом происходит формирование концепта-сценария, последовательность операций которого содержит: ЗАКАЗ и ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ. Предусловием данного сценария является: сайт компании открыт — да; введены данные модуля — да; заказ отправлен — да; а постусловием: заказ сделан — да.

При дальнейшей деятельности выясняется, что после созданного концепта-сценария часто используется концепт УСТАНОВКА МОДУЛЯ НА ПЛАТУ. В итоге формируется концепт-сценарий УСТАНОВКА МОДУЛЯ РОБОТА-ПЫЛЕСОСА, у которого последовательность операций включает: ЗАКАЗ, ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ, УСТАНОВКА МОДУЛЯ НА ПЛАТУ. Предусловием дан-

ного сценария является: сайт компании открыт — да; введены данные модуля — да; заказ отправлен — да; а постусловием: модуль установлен — да.

На рис. 4 представлен фрагмент базы знаний с концептами, описывающими команды и концептами-сценариями.

Создание концептов-сценариев является одним из подходов к сокращению объемов представлений накапливаемого опыта субъектов. Такой подход может применяться в ходе работы как для автономных киберфизических систем, так и в случае их взаимодействия друг с другом. Примером может быть множество агентов, роботов (субъектов), их взаимодействие внутри роя, стаи, в составе коллектива [28].

На примере исследовательских систем обучение может быть представлено с учетом двух этапов. На первом этапе формируются стимул-реактивные связи (вырабатывается рефлекторная деятельность. На втором этапе у исследуемой системы формируются новые навыки, новое восприятия реального мира, новые поведенческие реакции на появляющиеся ситуации. По мнению исследователей, второй этап содержит хорошие условия для формирования концептов-сценариев.

Заключение

Представленная в статье модульная архитектура интеллектуальной системы, использует некоторые когнитивные механизмы человека, с помощью которых можно решать несложные задачи в рамках концепции интернета вещей.

Применение системой когнитивного подхода к представлению, формализации знаний о действительности включает несколько основных этапов.

На первом этапе, с момента запуска, система начинает познавать мир и использует для этого конкретно-чувственные образы.

На втором этапе происходит обобщение знаний о реальном мире в виде концептов-представлений. Сформированные концепты хранятся в базе знаний системы. Отображение обобщенных динамических объектов, ситуаций выполняется с помощью формирования концептов-сценариев. Использование модульной архитектуры интеллектуальной системы, при дальнейшем развитии, может применяться для решения задач целенаправленного поведения в рамках концепции «Индустрия 4.0» (интернета вещей).

Литература

1. С. Рассел, П. Норвиг Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 1408 с.
2. Новиков О.Ю. Компоненты понятия Industry 4. 0 [Электрон. ресурс] // ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2017. № 1 (1). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/komponenty-ponyatiya-industry-4-0> (дата обращения: 19.06.2019).
3. «Индустрия 4.0»: создание цифрового предприятия. [Электрон. ресурс] Режим доступа: https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf
4. H. Kagermann, W. Lukas and W. Wahlster Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution // VDI nachrichten. 2011. № 13.

5. Lee E. A. Cyber Physical Systems: Design Challenges // 11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC'08) Orlando, Florida. 2008. P. 363–369.
6. Giusto D. The Internet of Things / Iera A., Morabito G. and L. Atzori, Springer-Verlag New York, 2010. P. 442.
7. Kagermann H. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group / W. Wahlster and J. Helbig, 2013.
8. Six technologies for Industry 4.0 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.gradiant.org/noticia/10173/?lang=en> (дата обращения 18.12.2016)
9. Индустрия 4.0 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.sovtest.ru/industriya40/index.php> (дата обращения 18.12.2016)

10. Саламатов И.А. Локализация данных за счет использования облачно-туманных технологий [Электрон. ресурс] // Вестник ВУиТ. 2015. № 1 (23). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/lokalizatsiya-dannyh-za-schet-ispolzovaniya-oblachno-tumannyh-tehnologiy> (дата обращения: 18.06.2019).
11. Саттон Р.С. Барто Э.Г. Обучение с подкреплением. Пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 399 с.
12. Кузнецов О.П. Когнитивная семантика и искусственный интеллект // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 4. С. 32–42
13. Lakoff J. Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. Chicago. University of Chicago Press, 1987.
14. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories // Journal of Experimental Psychology. 1975. № 104. P. 192–233.
15. Рыбина Г.В., Паронджанов С.С. Технология построения динамических интеллектуальных систем: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. 240 с.
16. Трембач В.М. Интеллектуальная система с использованием концептов-представлений для решения задач целенаправленного поведения [Электрон. ресурс] // Открытое образование. 2018. №22(1). С. 28–37. Режим доступа: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-1-28-37>
17. Алешенко А.С., Трембач В.М., Трембач Т.Г. Системы дистанционного обучения и их развитие с использованием когнитивных механизмов [Электрон. ресурс] // Открытое образование. 2018. № 22(5). С. 52–64. Режим доступа: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-5-52-64>
18. Rothwell, R. Towards the fifth-generation innovation process // International Marketing Review. 1994. Vol.11. No. 1. P. 7–31.
19. Тебекин А.В., Тебекина А.А. Эволюция развития моделей инновационного процесса. // Вестник московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление. 2015. № 3. С. 15–20.
20. Медынский В. Г. Инновационный менеджмент: учебник. М.: ИНФРА-М, 2017. 295 с.
21. Дроговоз П.А. Эволюция моделей инновационного процесса и современная классификация инноваций // Креативная экономика. 2007. Т. 1. № 7. С. 23–33.
22. Тельнов Ю.Ф., Федоров И.Г. Инжиниринг предприятий и управление бизнес-процессами. М.: Юнити-Дана, 2015. 208 с.
23. Васильев В.И., Савина И.А., Шарипова И.И. Построение нечетких когнитивных карт для анализа и управления информационными рисками вуза // Вестник УГАТУ. 2008. Т. 10. № 2 (27). С. 199–209.
24. Заенчковский А.Э. Методы моделирования логистики инноваций в условиях трудноформализуемого описания внешней среды // Экономические науки. 2011. № 9. С. 145–149.
25. Паклин Н.Б. Нечетко-когнитивный подход к управлению динамическими системами // Искусственный интеллект. 2003. № 4. С. 342–348.
26. Трембач В.М. Когнитивный подход к созданию интеллектуальных модулей организационно-технических систем // Открытое образование. 2017. № 2. С. 78–87.
27. Трембач В.М. Решение задач управления в организационно-технических системах с использованием эволюционирующих знаний: монография. М.: МЭСИ, 2010. 236 с.
28. Карпов В.Э., Карпова И.П., Кулинич А.А. Социальные сообщества роботов: эмоции и темперамент роботов; общение роботов; модели контактного, подражательного и агрессивного поведения роботов; командное поведение роботов и образование коалиций; пространственная память анимата. М.: УРСС: ЛЕНАНД, 2019. 349 с. (Сер. «Науки об искусственном»; № 19).

References

1. S. Rassel, P. Norvig *Iskusstvennyy intellekt: sovremennyy podkhod*, 2-ye izd.: Per. s angl = Norvig Artificial Intelligence: A Modern Approach, 2nd ed.: Tr. from Eng. Moscow: Williams Publishing House; 2007. 1408 p. (In Russ.)
2. Novikov O.YU Components of the concept Industry 4.0 [Internet]. ITNOU: informatsionnyye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii = ITNOU: information technologies in science, education and management. 2017; 1 (1). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/komponenty-ponyatiya-industry-4-0> (cited: 19.06.2019). (In Russ.)
3. «Industriya 4.0»: sozdaniye tsifrovogo predpriyatiya = «Industry 4.0»: the creation of a digital enterprise [Internet]. Available from: https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf. (In Russ.)
4. H. Kagermann, W. Lukas and W. Wahlster *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution*. VDI nachrichten. 2011. №13.
5. Lee E. A. *Cyber Physical Systems: Design Challenges*. 11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC'08) Orlando, Florida. 2008. 363–369.
6. Giusto D. *The Internet of Things*. Iera A., Morabito G. and L. Atzori, Springer-Verlag New York; 2010. 442 p.
7. Kagermann H. *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. W. Wahlster and J. Helbig; 2013.
8. *Six technologies for Industry 4.0* [Internet]. Available from: <https://www.gradiant.org/noticia/10173/?lang=en> (cited 18.12.2016).

9. Industriya 4.0 [Internet]. Available from: <http://www.sovtest.ru/industriya40/index.php> (cited 18.12.2016). (In Russ.)
10. Salamatov I.A. Data localization through the use of cloud-fog technology [Internet]. Vestnik VUiT = Bulletin of VUiT. 2015; 1: 23. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/lokalizatsiya-dannyh-za-schet-ispolzovaniya-oblachno-tumannyh-tehnologiy> (cited: 18.06.2019). (In Russ.)
11. Satton R.S. Barto E.G. Obucheniye s podkrepleniym. Per. s angl = Reinforced training. Tr. from Eng. Moscow: BINOM. Laboratory of Knowledge; 2011. 399 p. (In Russ.)
12. Kuznetsov O.P. Cognitive semantics and artificial intelligence. Iskustvennyy intellekt i prinyatiye resheniy = Artificial intelligence and decision making. 2012; 4: 32-42. (In Russ.)
13. Lakoff J. Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. Chicago. University of Chicago Press; 1987.
14. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories. Journal of Experimental Psychology. 1975; 104: 192–233.
15. Rybina G.V., Parondzhanov S.S. Tekhnologiya postroyeniya dinamicheskikh intellektual'nykh sistem: Uchebnoye posobiye = The technology of building dynamic intelligent systems: Tutorial. Moscow: NRNU MEPhI; 2011. 240 p. (In Russ.)
16. Trembach V.M. Intelligent system using concepts, concepts for solving problems of purposeful behavior [Internet]. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2018; 22(1): 28-37. Available from: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-1-28-37>. (In Russ.)
17. Aleshchenko A.S., Trembach V.M., Trembach T.G. Distance learning systems and their development using cognitive mechanisms.[Internet]. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2018; 22(5): 52-64. Available from: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-5-52-64>. (In Russ.)
18. Rothwell, R. Towards the fifth-generation innovation process. International Marketing Review. 1994; 11(1): 7-31.
19. Tebekin A.V., Tebekina A.A. The evolution of the development of models of the innovation process. Vestnik moskovskogo universiteta imeni S.Yu. Vitte. Seriya 1. Ekonomika i upravleniye = Bulletin of Moscow University named after S.Yu. Witte. Series 1. Economics and Management. 2015; 3: 15-20. (In Russ.)
20. Medynskiy V. G. Innovatsionnyy menedzhment: uchebnik = Innovation management: a textbook. Moscow: INFRA-M; 2017. 295 p. (In Russ.)
21. Drogovoz P.A. Evolution of models of the innovation process and the modern classification of innovations. Kreativnaya ekonomika = Creative Economy. 2007; 1(7): 23-33. (In Russ.)
22. Tel'nov YU.F., Fedorov I.G. Inzhiniring predpriyatiy i upravleniye biznes-protsessami = Enterprise engineering and business process management. Moscow: Unity-Dana; 2015. 208 p. (In Russ.)
23. Vasil'yev V.I., Savina I.A., Sharipova I.I. The construction of fuzzy cognitive maps for the analysis and management of university information risks. Vestnik UGATU = Bulletin of USATU. 2008; 10; 2 (27): 199–209. (In Russ.)
24. Zayenchkovskiy A.E. Methods of modeling the logistics of innovations in the conditions of a difficultly formalized description of the external environment. Ekonomicheskkiye nauki = Economic Sciences. 2011; 9: 145-149. (In Russ.)
25. Paklin N.B. Fuzzy-cognitive approach to the management of dynamic systems. Iskustvennyy intellekt = Artificial Intelligence. 2003; 4: 342-348. (In Russ.)
26. Trembach V.M. Cognitive approach to the creation of intelligent modules of organizational and technical systems. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2017; 2: 78-87. (In Russ.)
27. Trembach V.M. Resheniye zadach upravleniya v organizatsionno-tekhnicheskikh sistemakh s ispol'zovaniyem evolyutsioniruyushchikh znaniy: monografiya = Solving management problems in organizational and technical systems using evolving knowledge: a monograph. Moscow: MESI; 2010. 236 p. (In Russ.)
28. Karpov V.E., Karpova I.P., Kulinich A.A. Sotsial'nyye soobshchestva robotov: emotsii i temperament robotov; obshcheniye robotov; modeli kontagioznogo, podrazhatel'nogo i agressivnogo povedeniya robotov; komandnoye povedeniye robotov i obrazovaniye koalitsiy; prostranstvennaya pamyat' animate = Social communities of robots: emotions and temperament of robots; communication robots; models of contagious, imitative and aggressive behavior of robots; team behavior of robots and the formation of coalitions; spatial memory of animat. Moscow: URSS: LENAND; 2019. 349 p. (Ser. «Sciences of the artificial»; No. 19). (In Russ.)

Сведения об авторе

Василий Михайлович Трэмбач

К.т.н., доцент, доцент кафедры 304
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
Москва, Россия
Эл. почта: trembach@yandex.ru

Information about the author

Vasiliy M. Trembach

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the
Department 304
Moscow Aviation Institute (National Research
University), Moscow, Russia
E-mail: trembach@yandex.ru

Реализация образовательных программ с применением цифровых дистанционных образовательных технологий в соответствии с требованиями к специалистам плавсостава

Цифровые дистанционные образовательные технологии являются актуальным вопросом на сегодняшний день. Если рассматривать данный вопрос для обучения специалистов плавсостава, то здесь необходимо соблюдать выполнение требований Федеральных государственных образовательных стандартов, Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты и еще ряда других законодательных документов. В статье рассматривается формирование индивидуальной цифровой образовательной траектории и индивидуального профиля компетенций обучающихся с применением методов Data Mining и системы Moodle.

Цель исследования: Изучить практику применения цифровых дистанционных образовательных технологий в соответствии с требованиями к подготовке специалистов плавсостава. Рассмотреть примеры решения задачи формирования индивидуальной цифровой образовательной траектории и индивидуального профиля компетенций обучающегося.

Материалы и методы: Рассматриваются понятия дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, утверждённые на законодательном уровне еще в Федеральном законе от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Согласно Постановлению Правительства РФ от 23 мая 2015 г. № 497 «О Федеральной целевой программе развития образования на 2016–2020 годы» в рамках задачи 5 «Формирование востребованной системы оценки качества образования и образовательных результатов» предусмотрена реализация следующих мероприятий: «будут разработаны механизмы и типовые модели хронологической оценки учебных достижений обучающихся, позволяющие формировать траектории индивидуального развития обучающихся в средних профессиональных образовательных организациях и образовательных организациях высшего образования». Индивидуальная образовательная траектория — это персональный путь реализации личностного по-

тенциала каждого обучающегося в образовании. Индивидуальная образовательная траектория в свете цифровизации образования и применения методов электронного обучения, дистанционных образовательных технологий — это индивидуальная цифровая образовательная траектория. Важным элементом индивидуальной цифровой образовательной траектории является индивидуальный профиль компетенций обучающихся. Рассматривается формирование с использованием технологии Data Mining на базе системы электронного обучения Moodle.

Результаты: Построение индивидуальной цифровой образовательной траектории, включающей индивидуальные профили компетенций обучающихся и траектории их формирования возможно реализовать с применением интеллектуального анализа данных, правильной настройкой, построением матриц различного уровня связности с использованием модулей «Компетенции» и «Учебный план» платформы Moodle. В статье приведено формирование компетенций обучающегося на основе построения индивидуальной модели, а также аналитический блок индивидуальной цифровой образовательной траектории и пример индивидуального профиля компетенций, построенного посредством платформы Moodle.

Заключение: Обучение специалистов плавсостава судов с применением цифровых дистанционных образовательных технологий возможно, но при этом имеет множество ограничений со стороны требований. Учитывая данные обстоятельства, важно грамотно коррелировать традиционную форму обучения и цифровые технологии обучения.

Ключевые слова: индивидуальная цифровая образовательная траектория, электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, система электронного обучения, индивидуальный профиль компетенций, Data Mining, компетенции, moodle, цифровизация, подготовка плавсостава судов.

Sergey S. Sokolov, Marina N. Saveleva, Anastasiya V. Mitrofanova

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russia

Implementation of educational programs with digital distance education technologies complying with the requirements for ship crew members

Digital distance education technologies are a relevant issue today. For the training of crew members, it is necessary to comply with the requirements of the Federal State Educational Standards, the International Convention on the Training and Certification of Seafarers and Watchkeeping, and several other legislative documents. The article provides individual digital educational trajectories and an individual profile of students' competencies using the Data Mining methods and the Moodle system.

Purpose of the study: To study the issue of application of digital distance learning technologies complying with the requirements for ship crew members. Solving the problem of forming an individual digital educational trajectory and an individual competency profile of a student.

Materials and methods: The concepts of distance learning technologies and e-learning, approved at the legislative level as the Federal Law dated December 29, 2012 No. 273-ФЗ «Education in

the Russian Federation». According to the Decree of the Government of the Russian Federation on May 23, 2015 No. 497 «On the Federal Targeted Program for the Development of Education for 2016–2020», within the framework of Target 5 «Formation of a high-demand system for assessing the quality of education and educational outcomes», the following activities are planned: Typical models of constant evaluation of students' learning achievements, allowing to form trajectories of individual development of students in secondary professional educational organizations and organizations of higher education». Individual educational trajectory is a personal way to realize the personal potential of each student in education. The individual educational trajectory in the period of digitalization of education and using of e-learning methods, distance learning technologies is an individual digital educational trajectory. An important element of an individual digital educational trajectory is the individual competence profile of students. The formation with the using Data Mining technology based on the Moodle e-learning system is considered.

Results: The construction of an individual digital educational trajectory, including individual profiles of students' competencies and the trajectories of their development, can be implemented using data mining, proper configuration, construction of matrices of various levels of connectivity using the modules of Competence and Curriculum of the Moodle system. The article presents the formation of the student's competencies based on the construction, as well as the analytical unit of an individual digital educational trajectory and an example of an individual competency profile in the Moodle system.

Conclusion: Training of crew members using digital distance education technologies is possible, but at the same time it has many limitations on the part of requirements. It is important to correctly combine the traditional form of education and digital learning technologies.

Keywords: individual digital educational trajectory, e-learning, distance learning technologies, e-learning system, adaptive learning, individual competency profile, e-learning, moodle, digitalization, ship crew members training.

Введение

Цифровизация образования является одной из тенденций современного общества. Если говорить о дистанционных образовательных технологиях (ДОТ) и электронном обучении (ЭО), то данные понятия были закреплены на законодательном уровне еще в Федеральном законе от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [1]. Сегодня же внедрение информационных технологий в образовательный процесс становится глобальным явлением, определяющим новые инновационные подходы к образованию.

В статье «Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление» [2] отмечается, что современный мир перешел на очередной уровень развития новых технологий. Первым было создание парового двигателя; вторым — электрификация; третьим — информатизация; четвертым — цифровизация, т.е. эра больших данных и основанных на них технологий. Цифровые технологии, с одной стороны, способствуют дальнейшему повышению объемов и эффективности производства, с другой — позволяют реализовывать индивидуальный подход в различных сферах.

Стоит отметить, что с каждым годом данный процесс подвергается большому урегулированию со стороны государства: издаются требования, вносятся задачи в целевые программы развития.

Важно учитывать особенности применения цифровых образовательных технологий при обучении специалистов разных отраслей.

Основным документом, который закрепляет международные нормы подготовки и дипломирования моряков и несения вахты, и предусматривает положения, обеспечивающие, чтобы моряки на судах были надлежащим образом обучены и подготовлены, имели достаточный опыт, навыки и квалификацию, отвечали требованиям в отношении работы, возраста, состояния здоровья и были годны к выполнению своих обязанностей таким образом, который обеспечивает охрану человеческой жизни и сохранность имущества на море, а также защиту морской среды, является Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (далее — МК ПДНВ) [3].

Подготовка специалистов в области морского и речного транспорта должна отвечать требованиям конвенции. В этом случае специалист, успешно окончивший обучение, может работать в миро-

вом флоте и имеет право ходить в море на судах под флагом Российской Федерации. МК ПДНВ позволяет применять электронное обучение, дистанционные образовательные технологии при реализации образовательных программ подготовки специалистов плавательных специальностей в соответствии со стандартами подготовки и оценки [4]. МК ПДНВ позволяет применять электронное обучение, дистанционные образовательные технологии при реализации образовательных программ подготовки специалистов плавательных специальностей в соответствии со стандартами подготовки и оценки.

О необходимости выполнения требований МК ПДНВ и компетентностном подходе говорится в статье «Проблемы морского образования при переходе вузов на компетентностный стандарт подготовки моряков» [5]. В статье с методических позиций рассматриваются указанные проблемные аспекты, с точки зрения качества образования и подготовки моряков при внедрении в вузах «компетентностного подхода» в образовательных программах, с учетом конвенционных требований. Образовательные системы формализованы и рассматриваются с использованием адекватных математических моделей.

Преимущества применения цифровых образовательных технологий для плавсостава судов следующие:

- Такое обучение помогает сохранить время судоводителя. Сегодня часть программ подготовки для плавсостава проходит в дистанционном режиме. Обучающийся может проходить практику на судне, не отставая от основной программы обучения. А после выхода из рейса сдать все необходимые работы очно преподавателю. Аналогом обучения на судне без отрыва от практики выступает обучение на борту судна, когда преподаватели сопровождают группу курсантов на борту. В пример можно привести Ассоциацию морского образования – SEA, в статье «Powerful Learning at SEA» рассматривается опыт непрерывного обучения на судне продолжительностью в семестр, которые включают проведение научных исследований во время плавания на парусных судах [6].

- Скорость обучения: обучающийся сам определяется в соответствии со своими временными возможностями. Можно не однократно вернуться к изучению сложных вопросов, а на простых значительно сэкономить время.

- Обучаться можно из любой точки мира, имея в наличии компьютер и интернет.

- Актуальность: обучение плавсостава относится к такому роду деятельности, где нужно идти в ногу со временем, соответственно обучающийся материал должен часто подвергаться обновлениям. Вводятся новые требования, меняются плавсредства, развиваются информационные системы на судне, что приводит к обновлению обучающего контента электронных курсов. В случае традиционной формы обучения обновление учебно-методических пособий потребует больше времени и ресурсов.

- Обучение носит интерактивный подход, то есть доступен широкий ряд инструментов для привлечения внимания обучающегося и повышения его заинтересованности. Например: видео-лекции, интерактивные приложения, drag and drop тестирование [7], инфографика, веб-тренажеры [8] и другое.

Тренажерная подготовка плавсостава судов уже является обычной практикой в высших учебных заведениях, что позволяет отрабатывать определенный уровень освоения компетенций. О таких программных стационарных комплексах можно почитать в статьях «Имитаторы визуальной обстановки для тренажеров подготовки водителей транспортных средств» [9] и «Подготовка судоводителей с использованием программного обеспечения с функцией планирования и исполнения перехода» [10]. Если учесть возможность переноса подобного тренажера в дистанционный формат и вышеуказанные достоинства такого формата, то в результате мы можем получить удобный инструмент образования для всех его участников. Вопрос формирования компетенций с компьютерной поддержкой поднимается в статье «Целесообразность компьютерной поддержки для мониторинга уровня формирования профессиональной компетенции» [11].

Как же можно совместить такие понятия как «цифровые дистанционные образовательные технологии» и «подготовка плавсостава»?

Обучение плавсостава судов не может носить только дистанционный формат, ЭО и ДОТ применяется в качестве вспомогательного инструмента. В статье рассмотрены такие понятия как: индивидуальная цифровая образовательная траектория и индивидуальный профиль компетенций обуча-

ющихся. Приводится пример их формирования в системе Moodle.

1. Индивидуальная цифровая образовательная траектория

Согласно Постановлению Правительства РФ от 23 мая 2015 г. №497 «О Федеральной целевой программе развития образования на 2016–2020 годы» в рамках задачи 5 «Формирование востребованной системы оценки качества образования и образовательных результатов» предусмотрена реализация следующих мероприятий: «будут разработаны механизмы и типовые модели хронологической оценки учебных достижений обучающихся, позволяющие формировать траектории индивидуального развития обучающихся в средних профессиональных образовательных организациях и образовательных организациях высшего образования».

Существуют теоретические аспекты обоснования образовательной траектории, возникает необходимость разработки ее практической реализации в процессе обучения.

Индивидуальная образовательная траектория (ИОТ) — это персональный путь реализации личностного потенциала каждого обучающегося в образовании. В качестве синонимов используются «вариативное обучение», «персонализированное обучение», «индивидуальный образовательный маршрут». Если рассматривать ИОТ в свете цифровизации образования и применения методов электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, то речь пойдет о формировании индивидуальной цифровой образовательной траектории (ИЦОТ), включающей, в том числе, индивидуальные профили компетенций обучающихся и траектории их формирования.

Формирование компетенций											
ОК-1	ОК-2	ОК-3	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ПК-5	ПК-6	ПК-7	ПК-11	ПК-12	
Микроэкономика	Профессиональное развитие личности	Профессиональное развитие личности	Профессиональное развитие личности	Профессиональное развитие личности	Макроэкономика	Методы исследований в экономике	Управление процессами деятельности	Теория отраслевых рынков	Стратегический менеджмент	Управление процессами	
Макроэкономика	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	Деловые и научные коммуникации	Профессиональный иностранный язык	Стратегический менеджмент	Теория управления социально-экономическими системами	Управление процессами деятельности	Методы диагностики деятельности транспортной организации	Стратегии развития транспортных организаций	Государственное регулирование транспортной деятельности	Управление процессами на предприятиях отрасли	
Профессиональное развитие личности	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	Деловые и научные коммуникации	Деловые и научные коммуникации	Методы повышения устойчивости транспортной организации	Управление процессами деятельности	Управление процессами деятельности	Управление процессами деятельности	Методы повышения устойчивости транспортной организации	Экономика фирмы	Стратегический менеджмент	
Теория управления социально-экономическими системами			Корпоративные информационные системы	Экономика фирмы	Управление процессами деятельности	Методы диагностики деятельности транспортной организации	Экономика и управление инновационной деятельностью на транспорте	Производственная Преддипломная	Организация международных систем	Методы диагностики деятельности транспортной организации	
Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты			Производственная НИР	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	Стратегический менеджмент	Управление процессами деятельности	Современные методы оценки результативности деятельности транспортной организации	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	Производственная Преддипломная	Управление процессами изменениями	
			Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты		Методы диагностики деятельности транспортной организации	Государственное регулирование транспортной деятельности	Производственная Технологическая		Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	Стратегия развития транспортных организаций	
					Управление процессами изменениями	Корпоративные экономические информационные системы	Производственная Преддипломная			Государственное регулирование транспортной деятельности	
					Экономика и управление инновационной деятельностью на транспорте	Экономика фирмы	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты			Методы повышения устойчивости транспортной организации	
					Стратегии развития транспортных организаций	Управление процессами рисками				Управление процессами рисками	
					Современные методы оценки результативности деятельности транспортной организации	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков				Организация международных систем	
					Экономика фирмы	Производственная НИР				Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	
					Управление процессами рисками	Производственная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков				Производственная НИР	
					Организация международных систем	Производственная Технологическая				Производственная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	
					Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	Производственная Преддипломная				Производственная Технологическая	

Рис. 1. Формирование компетенций из дисциплин на основе матрицы компетенций

Например, в АСУ ВУЗ ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» - АСУ «Университет» фиксируются:

- индивидуальные достижения поступающих на 1 курс на программы высшего образования посредством начисления за них баллов (результаты участия в олимпиадах и иных интеллектуальных и (или) творческих конкурсах при приеме на программы бакалавриата и специалитета; научные публикации в виде статей в журналах, рецензируемых ВАК, входящих в базы данных Web of Science, Scopus, публикации в виде статей в журналах РИНЦ, доклады, тезисы конференций, патенты, свидетельства и иные охраняемые документы интеллектуальной собственности; дипломы победителя и/или призера студенческих олимпиад (универсиад), конкурсов студентов при приеме на программы магистратуры);

- результаты промежуточных аттестаций и индивидуальные достижения за период обучения.

АСУ «Университет» имеет синхронизацию с электронной образовательной средой университета (ЭИОС) на базе платформы Moodle. Таким образом при поступлении в ЭИОС заводится личный профиль обучающегося, таким образом формируется портфолио и фиксируется ход образовательного процесса. Обучающийся, получив логин и пароль на почту, может войти в систему и следить за ходом обучения.

Планируется фиксация индивидуальных планов обучающихся и документов, подтверждающих основания для их представления (например, ускоренное обучение по программам подготовки членов экипажей судов предполагает сокращение срока обучения на основании диплома среднего профессионального образования и сертификатов, подтверждающих прохожде-

ние тренажерной подготовки (ЭКНИС; ГМССБ, подготовку по оказанию первой медицинской помощи; начальную подготовку по безопасности; по спасательным шлюпкам и плотам, дежурным шлюпкам, не являющимися высокоскоростными; подготовку к борьбе с пожаром по расширенной программе; подготовку по охране; РЛС; САРП); отчетов о прохождении практик, отзывов руководителей ВКР и т.д.

2. Индивидуальный профиль компетенций обучающихся

Важным элементом ИЦОТ является индивидуальный профиль компетенций обучающихся.

В начальной точке обучения пользователя формируется матрица компетенций в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом (далее – ФГОС) [12]. За источник данных берется актуальный учебный план, данные которого импортируются в систему. Освоение каждой компетенции фиксируется в процентном соотношении и наращивается в процессе прохождения пользователем обучения. На рис.1 представлен пример матрицы компетенций в разрезе формирования одной компетенции из нескольких дисциплин. Далее компетенции разбиваются на более мелкие составные части.

Общая матрица компетенций связана с отдельными

матрицами компетенций по каждой дисциплине. Таким образом, связь компетенций и изучаемых курсов, веб-тренажеров представлена на рис. 2.

Показатель каждой компетенции обучающегося складывается из показателей компетенций отдельных дисциплин.

Общая матрица компетенций формируется на основе ФГОС, содержимое которого должно быть интерпретировано в отдельные ячейки матрицы.

Модуль формирования ИЦОТ может быть встроен в любую систему управления обучением. При этом в блок обработки данных и построения траектории должны поступать входные данные, которые представляют собой результаты проверки знаний пользователя, время, затраченное на выполнение заданий, компетенции для освоения и другое. Входные данные представлены на рис.3.

Система подразумевает два типа данных в системе: динамические и статические. Статические таблицы заранее заложены в систему и представляют собой набор классифицированных данных (обозначим это множество таблиц - В). Данные классифицируются с использованием технологии DataMining (интеллектуальный анализ данных). Знания представляются в виде моделей. Например, модели статических данных могут выглядеть следующим образом:

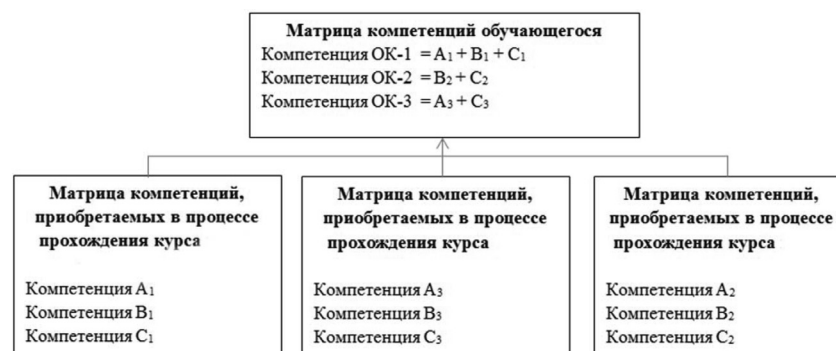


Рис. 2. Формирование компетенций обучающегося на основе построения ИЦОТ

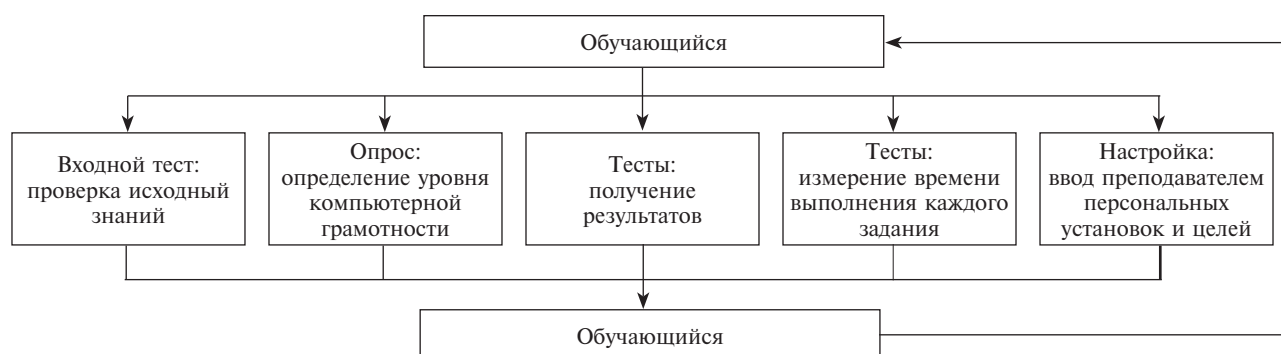


Рис. 3 Аналитический блок построения ИЦОТ

Метод «Ассоциативные правила» позволит формировать закономерности между связанными событиями. Примером такого правила служит утверждение, что пользователь, который не знает «правило 1», не знает и «правило 2» с вероятностью 75%. Впервые эта задача была предложена для поиска ассоциативных правил для нахождения типичных шаблонов покупок.

«Кластеризация» — объединение в группы схожих объектов — является одной из фундаментальных задач в области анализа данных и DataMining.

Классификация методом дерева решений создает некое подобие блок-схемы для распределения данных.

Динамическим типом данных являются модели, формируемые в процессе обучения пользователем в системе. Одни таблицы отвечают за сбор информации о поведении в системе, результатах обучения, активности и прохождения опросов. Данными являются протоколы пользования. В кратком варианте каждая запись протокола описывает такие события: «пользователь u — действие r ». Действие r представляет собой простое событие, являющееся результатом сбора входных данных. Например, это может быть неверно выполненное задание теста, ответ на пункт опроса или установка преподавателем необходимости пройти определенную компетенцию пользователем [13].

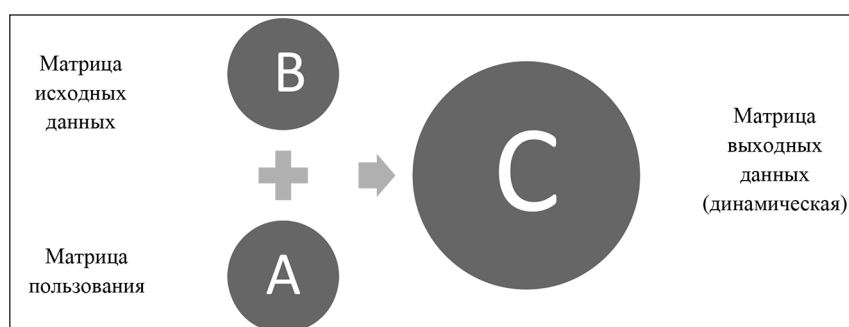


Рис. 4. Процесс выполнения протокола пользования

Протокол пользования: $D = (u_i, r_i), i = 1, \dots, I$, то есть множество событий типа «пользователь $u \in U$ — действие $r \in R$ », I — число записей в протоколе. По нему строится матрица пользования A .

Задача заключается в том, чтобы по имеющимся данным построить функции сходства (метрики) на множестве протоколов таким образом, что-

бы близкими по метрике были темы, пробелы по которым необходимо восполнить пользователю. Для этого используется заведомо подготовленная таблица B и результат обработки поведения пользователя — матрица A , формируется модель выходных данных — динамическая таблица C (рис. 4).

Используя данную таблицу можно определить и предло-

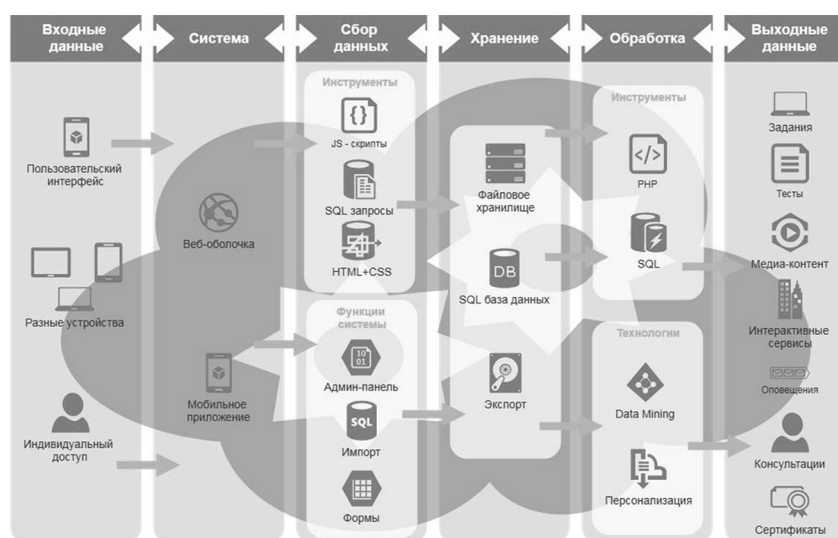


Рис. 5. Построение индивидуальной цифровой образовательной траектории

жить пользователю именно тот материал, в изучении которого он нуждается. Важно отметить, что при следующей итерации аналитического блока таблица С уже перейдет в вид исходных данных, то есть в матрицу А.

Рассмотреть работу построения ИЦОТ с программно-серверной части можно на схеме на рис. 5, здесь представлена поэтапная работа инструментов и функций веб-ориентированной системы построения траектории на базе системы дистанционного обучения, которая может быть задействована при обучении с применением электронного обучения.

3. Индивидуальный профиль компетенций в системе Moodle

Рассмотрим платформу электронного обучения Moodle, известную по всему миру. Уже более 100 000 ресурсов из более 200 стран являются официально зарегистрированными и разработанными с помощью данного инструмента [14]. Moodle — система электронного обучения, также известная как система управления обучением. Является аббревиатурой от Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда). В «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» данная система уже применяется не первый год.

В одном из последних обновлений Moodle появился модуль «Компетенции», который поддается тонкой настройке и позволяет оценить освоение компетенций обучающимся в процессе прохождения электронного курса дисциплины. Система позволяет вносить компетенции по дисциплине и делить их на элементы компетенций, каждый из которых соотносится с тем или иным элементом курса. Курс, соответствующий одной

Компетенции учебного плана:

 Статус: Активно	22/51 Профессиональные компетенции	0 Не владеет компетенциями	29 Компетенции не ранжированы
▶ Развернуть все			
> ОПК-2 211			Без оценки @
> ОПК-2.2 211_1			Специалист ✓
> ОПК-2.3 211_2			Специалист ✓
> ОПК-2.1 211_3			Специалист ✓
> ОПК-5 211_4			Специалист ✓
> ОПК-5.1 211_5			Специалист ✓

Рис. 6. Отчет по освоению компетенций в платформе Moodle



Рис. 7. Адаптивное обучение на базе платформы Moodle

дисциплине, может покрывать компетенцию полностью или ее часть, то есть ряд элементов компетенции. Правила компетенций могут быть добавлены к любой компетенции в структуре, если у нее есть дочерние элементы.

В дополнение используется модуль «Учебные планы», который позволяет отследить выполнение всех необходимых компетенций. Преподаватели и сотрудники, обладающие соответствующими правами, могут просматривать планы обучения студентов. На рис. 6 представлен отчет «Мониторинг учебных планов» для просмотра с правами обучающегося.

Освоение каждой компетенции приравнивается в процентном соотношении и наращива-

ется в процессе прохождения пользователем обучения. В данном случае возможна реализация адаптивного обучения, где каждый ошибочный элемент компетенции предложит теоретический материал и задание для самопроверки с целью восполнения пробела в знаниях (рис. 7).

Совокупность этих модулей и гибкая настройка компетенций в соответствии с требованиями ФГОС позволит автоматизировать процесс оценивания и мониторинга результатов обучения будущих специалистов. Отчет по компетенциям наравне с оценками должен попадать в портфолио обучающегося, чтобы сформировать полную картину освоения им программы обучения.

Заключение

Таким образом, обучение плавсостава судов с применением цифровых дистанционных образовательных технологий возможно, но при этом имеет множество ограничений со стороны требований к выс-

шему образованию и со стороны требований к подготовке специалистов плавсостава.

Учитывая данные обстоятельства, важно грамотно коррелировать традиционную форму обучения и цифровые технологии обучения.

В дальнейшем необходимо

развивать модуль «Компетенции» и модуль «Учебные планы» платформы Moodle для подготовки плавсостава. Планируется ввести понятие «Индикатор» (нововведение ФГОС 3++), выполнение которого можно будет также отследить в портфолио обучающегося.

Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/9ab9b85e5291f25d6986b5301ab79c23f0055ca4/, свободный.
2. Никулина Т. В., Стариченко Е. Б. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление // Педагогическое образование в России. 2018. № 8.
3. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://base.garant.ru/2540787/>, свободный.
4. Sokolov S.S. et al. Compliance with legal aspects of the applying of e-Learning in the training of seafarers // TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. 2017. Т. 11.
5. Москаленко М.А., Друзь И.Б., Затепакин С. М. Проблемы морского образования при переходе вузов на компетентностный стандарт подготовки моряков // Морские интеллектуальные технологии. 2018. С. 233.
6. Rowland G., Kitchen-Meyer A. L. Powerful learning at SEA // FormAkademisk-forskningstidsskrift for design og designdidaktikk. 2018. Т. 11. №. 4.
7. Berggren A. et al. Practical and pedagogical issues for teacher adoption of IMS learning design standards in Moodle LMS. 2005.
8. Фомина И.К., Тарануха С.Н. Виртуальные тренажеры при дистанционном обучении плавсостава [Электрон. ресурс] // Интерактивная наука. 2017. №11. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-trenazhery-pri-distantsionnom-obuchenii-plavsostava>
9. Роганов В.Р., Михеев М.Ю., Асмолова Е.А., Жашкова Т.В. Имитаторы визуальной обстановки для тренажеров подготовки водителей транспортных средств [Электрон. ресурс] // НиКа. 2016. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatory-vizualnoy-obstanovki-dlya-trenazherov-podgotovki-voditeley-transportnyh-sredstv>
10. Климовский А.О., Рыжов В.А. Подготовка судоводителей с использованием программного обеспечения с функцией планирования и исполнения перехода // Компьютерные инструменты в образовании. 2017. № 6.
11. Аванесова Т. П. и др. Целесообразность компьютерной поддержки для мониторинга уровня формирования профессиональной компетенции // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 1. №. 8. С. 60–67.
12. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования — специалитет по специальности 26.05.05 Судовождение. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://gumrf.ru/useruploads/files/aspirantura/fgos++/260505.pdf>, свободный.
13. Sokolov S.S., Mitrofanova A.V., Glebov N.B., Kovalnogova N.M., Gaskarov V.D. Formation of the Electronic Educational Trajectory for Maritime Students [Электрон. ресурс] // IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies», IT and QM and IS 2018; St. Petersburg. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1109/ITMQIS.2018.8524913>
14. MoodleStatistics [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.net/stats/>, свободный.
15. Обзор методов DataMining [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://intellect-ver.ru/?p=165>
16. Компетенции [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.moodle.org/37/en/Competencies>.
17. Дражан Р.В., Котова Ю.С., Паутова С.Н. Иноязычная коммуникативная компетентность в системе профессионального образования курсантов морского вуза в аспекте реализации ФГОС-3+ // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2016. №. 3.
18. Тихонов И.В. Подготовка судоводителей для работы на аппаратуре ЭКНИС в современных условиях // Водный транспорт. 2012. №. 2. С. 61–6.
19. Богаченко Е. А. Современные способы обучения и их перспективы в получении морского образования // Судовождение. 2014. № 24. С. 26–31.
20. Пашенцев С. В. Основные направления развития новых технологий профессиональной подготовки инженеров-судоводителей // Вестник Мурманского государственного технического университета. 1998. Т. 1. №. 1.
21. Царев Р.Ю., Тынченко С.В., Гриценко С.Н. Адаптивное обучение с использованием ресурсов информационно-образовательной среды // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. С. 219–219.
22. Розенберг И. Н. Обучение по гибкой траектории // Современное дополнительное профессиональное педагогическое образование. 2015. № 1. С. 64–72.

References

1. Federal'nyy zakon ot 29.12.2012 N 273-FZ «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii = Federal Law of December 29, 2012 N 273-ФЗ "On Education in the Russian Federation. [Internet]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/9ab9b85e5291f25d6986b5301ab79c23f0055ca4/, free. (In Russ.)
2. Nikulina T. V., Starichenko Ye. B. Informatization and digitalization of education: concepts, technologies, management. *Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii = Pedagogical education in Russia*. 2018; 8. (In Russ.)
3. Mezhdunarodnaya konventsiya o podgotovke i diplomirovaniy moryakov i nesenii vakhty = International Convention on the Training and Certification of Seafarers and Watchkeeping. [Internet]. Available from: <http://base.garant.ru/2540787/>, free. (In Russ.)
4. Sokolov S. S. et al. Compliance with legal aspects of the application of e-Learning in the training of seafarers. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 2017; Vol. 11.
5. Moskalenko M.A., Druz' I.B., Zatepyakin S.M. Problems of maritime education in the transition of higher education institutions to the competency-based standard for training sailors. *Morskiye intellektual'nyye tekhnologii = Marine Intellectual Technologies*. 2018; 233. (In Russ.)
6. Rowland G., Kitchen-Meyer A.L. Powerful learning at SEA. *FormAkademisk-forskningstidsskrift for design og designdidaktikk*. 2018; 11 (4).
7. Berggren A. et al. Practical and pedagogical issues for teacher adoption of IMS learning design standards in Moodle LMS. 2005.
8. Fomina I.K., Taranukha S.N. Virtual simulators for distance learning of the crew. [Internet]. *Interaktivnaya nauka = Interactive science*. 2017; 11. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-trenazhery-pri-distantsionnom-obuchenii-plavsostava>. (In Russ.)
9. Roganov V.R., Mikheyev M.Yu., Asmolaeva Ye.A., Zhashkova T.V. Visual environment simulators for training simulators for drivers of vehicles. [Internet]. *NiKa*. 2016. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatory-vizualnoy-obstanovki-dlya-trenazherov-podgotovki-voditeley-transportnyh-sredstv>. (In Russ.)
10. Klimovskiy A. O., Ryzhov V. A. Training of skippers using software with the function of planning and executing the transition. *Komp'yuternyye instrumenty v obrazovanii = Computer tools in education*. 2017; 6. (In Russ.)
11. Avanesova T.P. et al. The feasibility of computer support for monitoring the level of formation of professional competence. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya = Successes of modern science and education*. 2016; 1; 8: 60-67. (In Russ.)
12. Federal'nyy gosudarstvennyy obrazovatel'nyy standart vysshego obrazovaniya – spetsialitet po spetsial'nosti 26.05.05 Sudovozhdeniye = Federal state educational standard of higher education – specialty in the specialty 05/26/05 Navigation. [Internet]. Available from: <https://gumrf.ru/useruploads/files/aspirantura/fgos++/260505.pdf>, free. (In Russ.)
13. Sokolov S.S., Mitrofanova A.V., Glebov N.B., Kovalnogova N.M., Gaskarov V.D. Formation of the Electronic Educational Trajectory for Maritime Students [Internet]. IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS. St. Petersburg: 2018. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/ITMQIS.2018.8524913>
14. MoodleStatistics [Electron. resource]. Access Mode: <https://moodle.net/stats/>, free.
15. Obzor metodov DataMining = Overview of DataMining [Internet]. Available from: <http://intellect-tver.ru/?p=165>. (In Russ.)
16. Kompetentsii = Competencies [Internet]. Available from: <https://docs.moodle.org/37/en/Competencies>. (In Russ.)
17. Drazhan R.V., Kotova Yu.S., Pautova S.N. Foreign-language communicative competence in the vocational education system of maritime university cadets in the aspect of the implementation of FSES-3. *Vestnik Maykopskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of Maykop State Technological University*. 2016; 3. (In Russ.)
18. Tikhonov I.V. Training of boatmasters for work on ECDIS equipment in modern conditions. *Vodniy transport = Water transport*. 2012; 2: 61-6. (In Russ.)
19. Bogachenko Ye. A. Modern teaching methods and their prospects in obtaining marine education. *Sudovozhdeniye = Navigation*. 2014; 24: 26-31. (In Russ.)
20. Pashentsev S.V. The main directions of development of new technologies for the professional training of engineers and navigators. *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Murmansk State Technical University*. 1998; 1; 1. (In Russ.)
21. Tsarev R.Yu., Tynchenko S.V., Gritsenko S.N. Adaptive learning using the resources of the educational information environment. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2016; 5: 219-219. (In Russ.)
22. Rozenberg I.N. Training on a flexible trajectory. *Sovremennoye dopolnitel'noye professional'noye pedagogicheskoye obrazovaniye = Modern additional professional pedagogical education*. 2015; 1: 64-72. (In Russ.)

Сведения об авторах**Сергей Сергеевич Соколов***Д.т.н., доцент**Государственный университет морского и
речного флота имени адмирала С.О. Макарова,
Санкт-Петербург, Россия**Эл. почта: sokolovss@gumrf.ru***Марина Николаевна Савельева***К.ф.н.**Государственный университет морского и
речного флота имени адмирала С.О. Макарова,
Санкт-Петербург, Россия**Эл. почта: savelevamn@gumrf.ru***Анастасия Витальевна Митрофанова***Государственный университет морского и
речного флота имени адмирала С.О. Макарова,
Санкт-Петербург, Россия**Эл. почта: mitrofanovaav@gumrf.ru***Information about the authors****Sergey S. Sokolov***Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor**Admiral Makarov State University of Maritime and
Inland Shipping,
Saint-Petersburg, Russia**E-mail: sokolovss@gumrf.ru***Marina N. Saveleva***Cand. Sci. (Philosophy)**Admiral Makarov State University of Maritime and
Inland Shipping,
Saint-Petersburg, Russia**E-mail: savelevamn@gumrf.ru***Anastasiya V. Mitrofanova***Admiral Makarov State University of Maritime and
Inland Shipping,
Saint-Petersburg, Russia**E-mail: mitrofanovaav@gumrf.ru*

Использование электронной образовательной среды для междисциплинарных связей на примере профессиональной подготовки бакалавров по направлению «Бизнес–информатика»

Цель исследования. Целью исследования является анализ оптимальных условий использования электронной образовательной среды и компетентно-деятельностного подхода в учебном процессе вуза для подготовки бакалавров по направлению «бизнес–информатика».

Актуальность проблем, изложенных в данной статье, определяется необходимостью развития кадрового потенциала в отрасли информационных технологий и повышению качества подготовки специалистов в данной области.

Объектом исследования является подготовка студентов очной формы обучения образовательных организаций высшего образования, осуществляемая в условиях информатизации образования.

Материалы и методы исследования. В статье даётся анализ возможности эффективного использования электронных образовательных ресурсов в учебном процессе в условиях информатизации высшего образования, а также влияния применения компетентно-деятельностного подхода и междисциплинарных связей на развитие профессиональных компетенций обучающихся.

Результаты. С учётом проведенного анализа использования электронной образовательной среды в НИТУ «МИСиС», показана перспективность её совместного использования с компетентно-деятельностным подходом с целью приведения

подготовки ИТ-специалистов в соответствие с современными требованиями с учётом нехватки временных ресурсов.

Заключение. При переходе к цифровой экономике в нашей стране необходимо правильно формировать подходы к обучению специалистов ИТ-отрасли. Использование в НИТУ «МИСиС» электронной образовательной среды «LMS Canvas» и компетентно-деятельностного подхода, подразумевающего не сообщение, а формирование знаний у студентов в процессе реализации проектной разработки, при подготовке бакалавров по направлению «бизнес–информатика», подтвердил свою эффективность. Этот подход позволил за счёт эффективного использования междисциплинарных связей в электронной образовательной среде вовлечь студентов в процесс активного обучения, улучшить процесс формирования ключевых компетенций, значительно повысить качество дипломных работ и их практическую значимость, а также повысить уровень соответствия обучения мировым трендам в области информатизации высшего образования.

Ключевые слова: ИТ-специалисты, профессиональные компетенции, бизнес–информатика, компетентно-деятельностный подход, смешанное обучение, электронный образовательный ресурс, платформа электронного обучения, междисциплинарные связи

Mariya V. Ushakova¹, Aleksey V. Gabalin²

¹Research Technological University MISiS, Moscow, Russia

²V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Russia

The use of electronic educational environment for interdisciplinary relations on the example of professional study on business – informatics bachelor program

Purpose of the study. The aim of the study is to analyze the optimal conditions for the use of electronic educational environment and competence-activity approach in the educational process of the university for the training of bachelors in the direction of “business informatics”.

The urgency of the problems outlined in this article is determined by the need to develop human resources in the field of information technology and improve the quality of training in this area.

The object of the research is the training of full-time students of educational institutions of higher professional education, carried out in the conditions of education informatization.

Materials and research methods. The article analyzes the possibility of effective use of electronic educational resources in the educational process in terms of informatization of higher education, as well as the impact of the use of the competence-activity approach and interdisciplinary connections on the development of students' professional competencies.

Results. Taking into account the analysis carried out on the use of electronic educational environment at NUST “MISiS”, it is shown that it is promising to be shared with the competence-activity approach

in order to bring the training of IT specialists in line with modern requirements at the shortage of time resources.

Conclusion. In the transition to a digital economy in our country, it is necessary to form the approaches to the training of IT industry specialists. The use of the electronic educational environment “LMS Canvas” at the NUST “MISiS” and the competence-activity approach, which implies not the message, but the formation of students' knowledge in the process of implementing the project development, has proved its effectiveness in preparing bachelors in the direction of “business informatics”. This approach made it possible, through effective use of interdisciplinary connections in the e-learning environment, to involve students in the process of active learning, to improve the process of key competencies forming, to improve substantially the quality of diploma works and their practical significance, as well as to increase the level of compliance with global trends in the field of higher education informatization.

Keywords: IT specialists, professional competencies, business informatics, competence-activity approach, blended learning, electronic educational resource, e-learning platform, interdisciplinary communication

Введение

Уровень конкурентоспособности современной экономики России в значительной степени определяется качеством профессиональных кадров, уровнем их подготовки в части владения компетенциями. Особенно нехватка квалифицированных кадров чувствуется в сфере информационных технологий, где существует устойчивая положительная динамика роста востребованности ИТ-специалистов для решения задач цифровой экономики.

Именно в области ИТ Россия имеет потенциал глобальной конкурентоспособности. Согласно проекту «Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2019–2025 годы и на перспективу до 2030 года» [1], подготовленным Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций, отрасль ИТ должна стать одной из важнейших точек роста российской экономики. Реализация стратегии должна способствовать снижению зависимости экономики страны от сырьевого экспорта за счет увеличения экспорта продукции отрасли ИТ, повышению уровня образования и производительности труда за счет ускоренного внедрения ИТ в важнейшие сферы экономики и улучшению общего инвестиционного климата в России.

При развитии кадрового потенциала и образования в отрасли информационных технологий необходимо повышенное внимание уделить развитию компетентностно-деятельностного и междисциплинарного подхода, увеличению количества выпускников по смежным с информационными технологиями специальностям, которые входят в базовую составляющую специалистов для работы в отрасли.

Область информационных технологий в силу своей специ-

фики находится на переднем крае внедрения в образовательный процесс новаций, эффективность которых подтверждается мировым опытом, что способствует повышению качества образования. Среди таких новаций необходимо отметить электронное обучение, широкое использование массовых открытых онлайн-курсов и виртуальные обучающие среды. Эти нововведения могут хорошо дополнить традиционный подход к обучению в высшем образовании.

Теоретическая база исследования обусловлена анализом научных источников, сформированных на основе трудов отечественных и зарубежных ученых.

Специфика и опыт подготовки ИТ-специалистов освещалась в работах В.В. Липаева, Г.Н. Калянова, Ю.Ф. Тельнова [2, 3, 4, 5]

Важность и целесообразность применения различных электронных образовательных ресурсов на всех этапах обучения рассматривались в работах Е.З. Зиндера, Ю.В. Катхановой, Е.В. Латыповой, В.А. Плешакова, А.А. Телегина, А.С. Фоминой [6, 7].

Специфика работы профессорско-преподавательского состава (ППС) с электронными образовательными ресурсами и административные особенности информатизации высшего образования были выявлены и объяснены в трудах: Т.А. Костюковой, Г.П. Озеровой, А.В. Фещенко, Золкиной А.В. [8, 9].

Применение компетентностно-деятельностного подхода в учебном процессе вуза подробно рассматривается в работах В.И. Байденко, Н.И. Максимовой, Н.А. Селезневой, Коломиец О.М. [10, 11]

Несмотря на то, что значимость научных исследований, проведенных перечисленными авторами неоспорима, вопрос эффективного использования электронных образовательных

ресурсов в учебном процессе вуза находится в динамичном развитии и зависит от меняющихся тенденций в области информатизации образования.

В статье рассматривается опыт профессиональной подготовки бакалавров по направлению «Бизнес-информатика» в НИТУ «МИСиС» на кафедре бизнес-информатики и систем управления производством, учитывающий современные тенденции в образовании и специфику подготовки специалистов для ИТ-отрасли. В частности, компетентностно-деятельностный подход и обучение с использованием электронной платформы «LMS Canvas».

1. Профессиональные компетенции, соответствующие видам профессиональной деятельности бакалавров по направлению «Бизнес-информатика»

Область профессиональной деятельности бакалавров согласно действующему ОС ВО НИТУ «МИСиС» по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика» [12] включает обследование деятельности и ИТ-инфраструктуры предприятий, выявление и анализ требований к ИС управления предприятием, анализ запросов на изменение, проектирование архитектуры предприятия, моделирование бизнес-процессов, стратегическое планирование развития ИС и ИКТ управления предприятием, оформление документации на разработку, приобретение и поставку ИС и ИКТ, управление жизненным циклом ИС и ИКТ управления предприятием, аналитическую поддержку процессов принятия решений для управления предприятием и многое другое.

Область профессиональной деятельности бакалавров по направлению «Бизнес-информатика» относится к группам

06 (Связь, информационные и коммуникационные технологии) и 07 (Административно-управленческая и офисная деятельность).

Профессиональные компетенции образовательной программы сформулированы на базе профессиональных стандартов 06.015 Специалист по информационным системам (вид деятельности: Создание и поддержка информационных систем (ИС) в экономике), 06.022 Системный аналитик (вид профессиональной деятельности: Проектно-исследовательская деятельность в области информационных технологий), 06.003 Архитектор программного обеспечения (вид профессиональной деятельности: Проектно-конструкторская деятельность), 07.007 Специалист по про-

цессному управлению (вид профессиональной деятельности: Деятельность по анализу, регламентированию, проектированию, оптимизации, автоматизации, внедрению и контролю процессов и административных регламентов организаций).

Профессиональные компетенции по видам профессиональной деятельности бакалавров по направлению «Бизнес-информатика» приведены в табл. 1.

В данной статье рассматриваются междисциплинарные связи по следующим дисциплинам: «Теория систем и системный анализ», «Архитектура предприятия», «Архитектура информационных систем», «Проектирование, управление разработкой и внедрением информационных

систем», которые позволяют приобрести студентам значительную часть из представленных выше профессиональных компетенций.

2. Концепция использования совместного применения компетентностно-деятельностного подхода и смешанного обучения

Значительную роль в обеспечении качества профессиональной подготовки студентов обеспечивает применяемый на кафедре БИСУП компетентностно-деятельностный подход к преподаванию дисциплин, формирующих профессиональные компетенции, и применение технологий смешанного обучения.

Результатом обучения является получение студентами компетенций в процессе освоения профессиональных модулей со значительным количеством межпредметных связей. При этом подходе цели образования связаны с выполнением определенных конкретных функций и с междисциплинарными требованиями к результату процесса образования. Можно сказать, что результатом образования будет являться совокупность результатов по становлению и развитию основных компетенций, которые будут дополнением к привычным целям образования.

ФГОС (федеральный государственный образовательный стандарт) определяет основу обучения. Это уже не предметные, а ценностные ориентиры. Обучение, которое основано на компетенциях, строится на определении, освоении и демонстрации знаний, умений, типов отношений и поведения, которые нужны для определенной трудовой деятельности. Внедрение такого обучения помогает развить творческое мышление и привлечь интерес студентов к важным вопросам в последующей профессиональной деятельно-

Таблица 1

Профессиональные компетенции, соответствующие видам профессиональной деятельности

ПК	Название компетенции	Описание профессиональной компетенции
ПК-1	Аналитическая (в области бизнес-информатики)	Способность проводить исследование и анализ архитектуры предприятия, требований и изменений, анализ инноваций в экономике, управлении и ИКТ, анализ рынка ИС и ИКТ, выбирать оптимальные ИС и ИКТ – решения для управления промышленными предприятиями.
ПК-2	Организационно-управленческая (в области бизнес-информатики)	Способность организовывать обследование деятельности и ИТ-инфраструктуры предприятий, выполнение работ по выявлению и анализу требований, управление ИТ-сервисами и контентом информационных ресурсов предприятия, использовать современные стандарты и методики при разработке регламентов для организации управления процесса жизненного цикла ИТ-инфраструктуры предприятий.
ПК-3	Проектная (в области бизнес-информатики)	Способность проектировать архитектуру электронного предприятия, информационной системы предприятия, разрабатывать проекты по оптимизации и регламентации бизнес-процессов и ИТ-инфраструктуры предприятия, выполнять технико-экономическое обоснование проектов по совершенствованию и регламентации бизнес-процессов и ИТ-инфраструктуры предприятия, осуществлять мониторинг и управление проектной деятельности на основы стандартов управления проектами.
ПК-4	Научно-исследовательская (в области бизнес-информатики)	Готовность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин, математический аппарат и инструментальные средства, в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования, проводить научные исследования в области ИС и ИКТ, готовить научно-технические отчёты, презентации, научные публикации по результатам выполненных исследований.

сти. Сутью образовательного процесса становится создание различных ситуаций и поддержка действий, приводящих к формированию какой-либо компетенции. В итоге можно сказать, что повысить эффективность обучения в профессиональном образовании помогает тесное взаимодействие с будущими работодателями, научно-методическое содержание подготовки специалистов и мотивации студентов к хорошему уровню своей профессиональной деятельности.

Компетентностно-деятельностный подход подразумевает то, что необходимое предметное знание не сообщается учащимся, а формируется непосредственно в сознании обучающегося в процессе выполнения самостоятельных работ и проектов. Следовательно, большое внимание необходимо уделять самостоятельной работе студентов. Данный подход подразумевает изменение и других компонентов, включенных в образовательный процесс. Это педагогические технологии, содержание, средства оценки и контроля. Огромную роль играют такие активные методы обучения, как решение ситуационных задач, общение, диспуты, дискуссии, выполнение проектов. Необходимо гибко строить содержание образовательных блоков, гибко использовать разные формы и виды обучения.

Объективной помехой реализации данного процесса называют ограничения рамок учебного времени. И здесь на помощь компетентностно-деятельностному подходу приходят технологии смешанного обучения.

Под смешанным обучением будем понимать рациональное сочетание традиционных и электронных образовательных технологий, при котором предполагается использование сильных сторон каждого из методов и минимизация слабых. Важным компонентом

смешанного обучения является электронный образовательный ресурс (ЭОР). Под ЭОР будем понимать систематизированный, упорядоченный, представленный при помощи компьютерной техники учебный материал, предполагающий активное освоение обучающимися с целью формирования у них совокупности знаний и практических навыков в определенной предметной области. В данном случае это электронная образовательная среда «LMS Canvas».

В целях повышения качества образования в НИТУ «МИСиС» и создания единого информационно-образовательного пространства обучающихся, в соответствии с требованиями Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации №816 от 23.08.2017 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ», в соответствии с ч.2 ст.16 Федерального закона № 273-ФЗ от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации» был выпущен Приказ № 3870.в. «О применении в учебном процессе электронных образовательных ресурсов» от 5.06.2018. Этот приказ обязал использовать созданное ранее единое информационно-образовательное пространство «LMS Canvas» в рамках университета.

В данный момент при реализации основных образовательных программ в НИТУ «МИСиС» эффективно функционирует единая платформа электронного обучения «LMS Canvas» (веб-ресурс <http://lms.misis.ru>), позволяющая восполнить потребность в совершенствовании навыков самостоятельной работы студентов вуза и очевидный недостаток знаний и умений студентов в области самоорганизации позна-

вательной деятельности. При реализации дополнительных образовательных программ или их частей используют единую систему электронного обучения «Открытый LMS Canvas» (веб-ресурс <http://remote.misis.ru>).

При использовании электронного образовательного ресурса происходит трансформация роли преподавателя в образовательном процессе посредством увеличения доли общения со студентами при помощи коммуникационных возможностей электронных образовательных ресурсов и качественный учет индивидуальных образовательных траекторий.

Использование совместного применения компетентностно-деятельностного подхода и смешанного обучения при наличии постоянного и объективного контроля существенно стимулирует учебную мотивацию студентов и способствует росту их профессиональной компетентности, а для преподавателя предоставляет возможность эффективного использования аудиторного времени и сравнительную вариативность и гибкость учебного процесса.

Следует отметить, что эффективность совместного применения компетентностно-деятельностного подхода и смешанного обучения значительно возрастает для студентов бакалавров в 5-м семестре, когда они уже имеют представление о предметной области, с которой им предстоит работать. Все наши студенты к этому времени уже проходили практику или стажировались в компаниях, на третьем курсе многие уже совмещают учёбу с работой.

Поскольку профессиональные компетенции сформулированы с учетом требований работодателей, необходимо как можно раньше поставить перед студентами реальные задачи. При этом, мы не используем

инструментальный подход к обучению (не фокусируемся на изучении конкретных инструментальных сред), поскольку ИТ-отрасль развивается очень быстрыми темпами, и к моменту выпуска студентов инструментарий может устареть. Наши студенты осваивают, прежде всего, необходимые методологии и технологии. Поэтому основой профессиональной подготовки студента является фактически выполняемая в течение нескольких семестров сквозная разработка проекта информационной системы по теме выпускной квалификационной работы.

3. Анализ опыта использования электронной образовательной среды «LMS Canvas»

Для реализации качественного обучения студентов направления «бизнес-информатика» автором в «LMS Canvas» были разработаны следующие учебные курсы с учётом их межпредметной связи: в 5 семестре «Теория систем и системный анализ» и «Архитектура предприятия», в 6 семестре «Архитектура информационных систем» и «Проектирование, управление разработкой и внедрением информационных систем».

Суть работы заключалась в следующем.

Поскольку студенты смогут увидеть объект исследования и осознанно выбрать тематику работы только после прохождения практики, то для реализации компетентностно-деятельностного подхода с учётом междисциплинарных связей точкой отчёта выбрано именно начало 5 семестра.

В начале семестра обучения студентам необходимо выбрать конкретное предприятие (желательно, производственное), провести предпроектное обследование и выделить для дальнейшего рассмотрения бизнес-процесс, цифровизация

которого является приоритетной в соответствии с миссией, стратегией и бизнес-целями развития предприятия.

Преимущественно выбирают для дальнейшего рассмотрения бизнес-процесс из группы основных бизнес-процессов предприятия. После выделения границ предметной области на следующем этапе работы производят её анализ с использованием системного подхода и методов системного анализа, параллельно используют также архитектурный подход для разработки архитектурной модели предприятия и процесса.

В частности, в рамках учебной дисциплины «Теория систем и системный анализ» обучающиеся осваивают методологию предпроектного обследования (системной диагностики) предприятия; методы сбора информации; принципы и методы трансляции целей организации в показатели процессов и административных регламентов; основы моделирования бизнес-процессов и нотации моделирования процессов. Учатся анализировать «узкие места» (функциональные разрывы), документировать результаты предпроектного обследования; использовать программное обеспечение для моделирования и имитационного моделирования процессов.

Затем, в 6 семестре курс имеет продолжение в виде дисциплины «Проектирование, управление разработкой и внедрением информационных систем». В рамках этой дисциплины студенты изучают отраслевые стандарты, связанные с проектированием информационных систем, методологические подходы к проектированию информационных систем; понятие требования к системе, методы выявления требований, стандарты документирования требований. В рамках курса предусмотрено использование структурного

и объектно-ориентированного подходов к проектированию информационных систем.

Студенты продолжают работу над выбранной предметной областью, выявляя и документируя требования и разрабатывая уже не описательную, а нормативную модель процесса. В рамках данного курса студенты изучают стандарты в области проектирования ИС, согласно практическим приёмам сбора требований и управления ими разрабатывают документ о концепции и границах с указанием границ проекта, бизнес-целей, критериев успех, бизнес-рисков, основных функций, профилей заинтересованных лиц, приоритетов проекта и особенностей развёртывания. Документируются бизнес-требования и требования пользователей вплоть до описания вариантов использования и сценариев. Разрабатывается и документируется спецификация требований к программному обеспечению информационной системы с подробным описанием функций будущей системы и функциональными требованиями. Последним шагом является создание технического задания на разработку ИС согласно существующему стандарту.

Параллельно с изучением системного подхода, эта же предметная область начинается рассматриваться и с точки зрения архитектурного подхода. Архитектурный подход используется при изучении в 5 семестре дисциплины «Архитектура предприятия» и в 6 семестре «Архитектура информационных систем».

Применение архитектурного подхода заключается в том, что фактически на всех этапах происходит разработка архитектурного проекта предприятия, а затем и информационной системы в комплексе с детализацией архитектурных решений традиционными средствами разработки информационных систем.

Рассматриваемый архитектурный подход основан на применении методологий TOGAF и ArchiMate. Подробно применение архитектурного подхода на кафедре бизнес-информатики и систем управления производством описано в публикациях [13] и [14].

Итогом архитектурного моделирования на данном этапе являются модель бизнес-процесса «как будет», целевая архитектурная модель и анализ разрывов, определяющий перечень основных работ по реализации проектного решения. В рамках дисциплины «Архитектура информационных систем» разрабатывается архитектурный проект ИС.

Поскольку полного совпадения рассматриваемого предприятия и бизнес-процесса не может быть, исключается возможность заимствования результатов труда других студентов. Каждый студент последовательно, шаг за шагом погружается в выбранную предметную область с использованием структурно-функционального подхода. Задача преподавателя в данном случае: предложить методологии и технологии для решения этой реальной задачи бизнеса, проконсультировать и направлять работу студентов, своевременно подкрепляя теорией практическую работу. Таким образом достигается основная цель компетентностно-деятельностного подхода: студенты активно вовлекаются в решение реальных задач, самостоятельно приобретая необходимое предметное знание.

Следует отметить, что поддержка процесса обучения с помощью ЭОР в данном случае позволяет использовать электронный курс как единое хранилище данных и средство интенсивного взаимодействия преподавателя с обучающимися. Первоначально создаётся (или экспортируется ранее созданный учебный курс) по текущей дисциплине. К курсу

прикрепляются студенты, осваивающие его в данном семестре.

К учебному курсу в «LMS Canvas» есть возможность прикреплять книги, статьи, стандарты и другие дополнительные материалы для предварительного ознакомления студентами до начала и во время прохождения учебной темы. Поскольку наполнением учебного курса занимается сам преподаватель, то добавление любых материалов в курс занимает считанные минуты. Лекционный материал своевременно размещается после прочтения лекции (соответственно, на лекциях есть возможность дать гораздо более насыщенный объём информации, подкрепляя материал средствами визуализации). Существует возможность автоматической видеозаписи лекций и их размещения в учебном курсе, что также позволяет учитывать индивидуальные образовательные траектории (например, если студент пропустил лекцию или для повторного ознакомления и лучшего усвоения материала). В случае желания преподавателя, видеозапись его лекций может быть также размещена в Видеолектории НИТУ «МИСиС».

Что касается проведения лабораторных работ, хорошо зарекомендовала практика разбиения студентов на подгруппы. Группа студентов порядка 30 человек разбивается на две равные подгруппы (при этом учитываются пожелания студентов), после чего лабораторные работы проводятся раз в две недели по подгруппам. Для проведения занятий необходим компьютерный класс, оснащённый проектором для демонстрации учебных материалов. Этот подход имеет существенное преимущество: во время лабораторного занятия преподаватель наглядно и подробно объясняет задание, которое нужно выполнить к следующему занятию в течение

двух недель. Это позволяет студентам планировать своё время и затратить на выполнение задания столько времени, сколько нужно именно им. Поскольку срок выполнения задания чётко фиксирован (т.е. общая задача курса разбивается на ряд последовательных обозримых этапов), то студент учится правильно планировать своё время. После объяснения нового задания, преподаватель приступает к очному разбору ошибок выполненного предыдущего задания. Это даёт возможность студентам увидеть не только свои ошибки, но и учесть чужие. Поскольку студенты, в большинстве своём, предпочитают в коллективе проявить себя с хорошей стороны, то возрастает качество и своевременность выполнения заданий. Студенты могут отправлять готовые работы заранее, тогда преподаватель имеет возможность проверять работы в браузере, не скачивая, и прикреплять комментарии к работе, чтобы студент их учёл и исправил ошибки до занятия.

Для преподавателя возможность использования «LMS Canvas» предоставляет удобство проверки выполненных студентами заданий: работы чётко сортируются по дисциплинам, группам и подгруппам, выделяются цветом по срокам выполнения. Простота комментирования работ и возможность прикрепления студентами исправленных работ (иногда число исправленных вариантов задания обучающимся доходит до 6–7 раз) также говорят в пользу данного электронного ресурса. Возникает ещё одно существенное преимущество: студентам не нужно печатать работы, исправлять и снова печатать. Выполненные задания не лимитируются количеством страниц и размером файла, особенно когда речь идёт о построении и описании моделей. Затем на основе выполненных заданий формируется итоговая рабо-

та по дисциплине. Например, сводный архитектурный проект предприятия, как итоговая работа по курсу «Архитектура предприятий». В конце семестра «LMS Canvas» позволяет легко и быстро заархивировать работы, выполненные студентами. Данные архивы, кроме всего прочего, возможно использовать и при проведении аттестации кафедры для представления результатов работы студентов по учебным курсам.

По итогам прохождения данных четырёх учебных курсов выполняется до 65% от всего объёма выполнения дипломной работы. Более 70% студентов, выбрав в 5 семестре для изучения конкретное предприятие и бизнес-процесс, на нём протекающий, не меняют предметную область дипломной работы.

Согласно оценке удовлетворенности профессорско-преподавательского состава и студентов уровнем внедрения и использования электронных образовательных ресурсов в учебном процессе НИТУ «МИСиС» [15] было выявлено, что подавляющее большинство представителей ППС (76,1%) поддерживают идею использования системы смешанного обучения; более половины (61,2%) опрошенных начали создание собственного электронного контента по настоянию администрации вуза; значительная доля респондентов (62,7%) считают систему смешанного обучения наиболее эффективной с точки зрения формирования компетентностных навыков студентов; большая часть преподавателей отмечает, что использование электронных образовательных ресурсов позволяет сэкономить время на подготовку к занятиям и проверку уровня знаний студентов.

С точки зрения опрошенных студентов ЭОР не вызывает технических затруднений при использовании. Подавляющее большинство студентов



Рис. 1. Анализ временных затрат преподавателя на создаваемый учебный курс в LMS Canvas

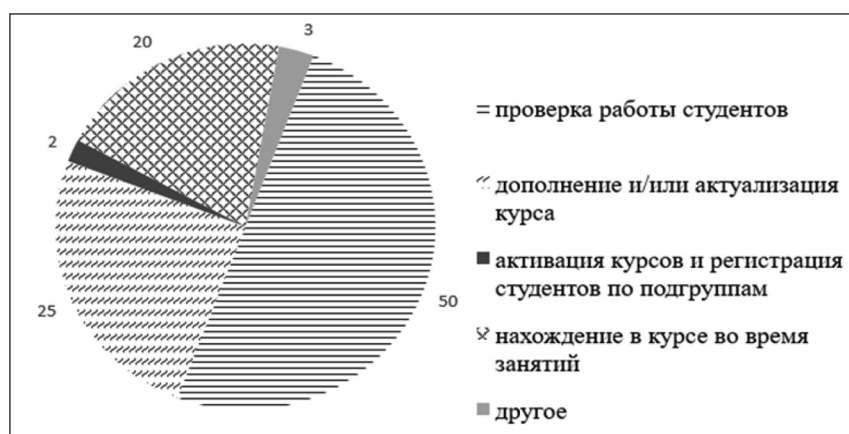


Рис. 2. Анализ временных затрат преподавателя на вторично используемый курс в LMS Canvas



Рис. 3. Анализ временных затрат студента на прохождение учебного курса в LMS Canvas

(более 97%) активно пользуется электронными образовательными ресурсами и считает это важной составной частью процесса обучения.

Преподаватель, в среднем, затрачивает 60–100 астрономических часов на создание и проведение одной учебной

дисциплины, что окупается возможностью последующего многократного использования контента и усилением мотивации студентов к обучению (см. рис. 1 и рис. 2). В среднем, студенты проводят в «LMS Canvas» в рамках одной учебной дисциплины от 4 до

15 часов. Максимальное время нахождения студента кафедры БИСУП в электронной образовательной среде при изучении одной дисциплины было 59 часов. Анализ структуры времени изучения студентом дисциплины в «LMS Canvas» представлен на рис.3.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что использование электронной образовательной среды в сочетании с компетентностно-деятельностным подходом повышает глубину и качество образования за счёт более эффективного использования времени преподавателя и студентов, повышения их взаимодействия и мотивации, по

сравнению с традиционным подходом к обучению.

4. Заключение

При переходе к цифровой экономике в нашей стране необходимо правильно формировать подходы к обучению специалистов ИТ-отрасли. Нужно как можно раньше ставить перед студентами реальные задачи бизнеса, а в процессе обучения предлагать методологии и технологии для решения конкретных задач. Использование в НИТУ «МИСиС» электронной образовательной среды «LMS Canvas» и компетентностно-деятельностного подхода, подразумевающего не сообще-

ние, а формирование знаний у студентов в процессе реализации проектной разработки, при подготовке бакалавров по направлению «бизнес-информатика», подтвердил свою эффективность. Этот подход позволил за счёт эффективного использования межпредметных связей в электронной образовательной среде вовлечь студентов в процесс активного обучения, улучшить процесс формирования ключевых компетенций, значительно повысить качество дипломных работ и их практическую значимость, а также повысить уровень соответствия обучения мировым трендам в области информатизации высшего образования.

Литература

1. Проект «Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2019–2025 годы и на перспективу до 2030 года». [Электрон. ресурс] Режим доступа: http://www.tadviser.ru/images/f/f8/2019_strategy_9January.pdf <https://misis.ru/university/5top100/about/reports/> (дата обращения 10.06.2019)
2. Липаев В.В. Человеческие факторы в программной инженерии: рекомендации и требования к профессиональной квалификации специалистов. Учебник. М.: СИНТЕГ, 2009.
3. Тельнов Ю.Ф., Данилов А.В., Казаков В.А. Программная реализация информационно-образовательного пространства на основе многоагентной технологии и онтологического подхода // Открытое образование. 2015. № 6. С. 74–82.
4. Калянов Г.Н., Левочкина Г.А. Подготовка ИТ-консультантов в ВУЗах // Экономика, статистика и информатика. 2010. № 6. С. 3–7.
5. Калянов Г.Н. «Подготовка ИТ-консультантов в разрезе проблематики отечественного консалтинга» // Открытое образование. 2017. № 2. С. 40–46.
6. Зиндер Е.З. Базовые требования к информационно-образовательным пространствам, основанные на их фундаментальных свойствах. // Открытое образование. № 3. 2015.
7. Катханова Ю.В. Электронные образовательные ресурсы от разработки до применения // Символ науки. 2016. № 8. С. 117–119.
8. Костюкова Т.А., Ерепилова А.И. Компетентностные пробы как механизм реализации профессиональной ориентации на этапе профильного обучения // Образовательная среда сегодня: стратегии развития. 2016. Т. 5. № 1. С. 240–245.

9. Золкина А.В., Ломоносова Н.В. Учебно-методическое обеспечение процесса информатизации высшего образования // Педагогика и образование в России и за рубежом: проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам II Международного педагогического форума молодых ученых. Екатеринбург. НОО «Профессиональная наука», 2017. 131. С. 69–75.

10. В.И.Байденко, Н.И. Максимов, Н.А. Селезнева Электронное приложение к книге: Проектирование и реализация компетентностно-ориентированных образовательных программ высшего образования: европейский опыт. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2012. 153 с.

11. Коломиец О.М. Компетентностно-деятельностный подход – методологическая основа преподавания в высшей школе // Вестник Московского Университета. Серия 20: Педагогическое образование. №1. 2017. С. 84–89.

12. ОС ВО НИТУ «МИСиС» по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика» [Электрон. ресурс] Режим доступа: <https://misis.ru/university/documentation/standards/> (дата обращения 10.06.2019).

13. Разбегин В.П., Ушакова М.В., Габагин А.В. Вопросы применения архитектурного подхода при профессиональной подготовке бизнес-информатиков // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018): материалы Одиннадцатой междунар. конф., 1–3 окт. 2018 г., Москва. М.: ИПУ РАН, 2018. С. 278–280. ISBN 978-5-91450-218-5.

14. Gabalin A.V., Razbegin V.P., Ushakova M.V. Architectural Approach Application Issues in Business Informatics Professional Training //

Proceedings of the 11th International Conference «Management of Large-Scale System Development» (MLSD'2018). Moscow: IEEE, 2018. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8551796>.

References

1. Projekt «Strategii razvitiya otrasli informatsionnykh tekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii na 2019-2025 gody i na perspektivu do 2030 goda» = The project «Strategies for the development of the in-formation technology industry in the Russian Federation for 2019-2025 and for the future until 2030.» [Internet]. Available from: http://www.tadviser.ru/images/f/f8/2019_strategy_9January.pdf <https://misis.ru/university/5top100/about/reports/> (cited 10.06.2019). (In Russ.)
2. Lipayev V.V. Chelovecheskiye faktory v programmnoy inzhenerii: rekomendatsii i trebovaniya k professional'noy kvalifikatsii spetsialistov. Uchebnik. = Human factors in software engineering: rec-ommendations and requirements for professional qualifications of specialists. Textbook. Moscow: SINTEG; 2009. (In Russ.)
3. Tel'nov YU.F., Danilov A.V., Kazakov V.A. Software implementation of information and educational space based on multi-agent technology and ontological approach. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2015; 6: 74-82. (In Russ.)
4. Kalyanov G.N., Levochkina G.A. Training of IT consultants in universities. Ekonomika, statistika i informatika = Economics, statistics and informatics. 2010; 6: 3-7. (In Russ.)
5. Kalyanov G.N. Training of IT consultants in the context of domestic consulting. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2017; 2: 40-46. (In Russ.)
6. Zinder Ye.Z. Basic requirements for informational and educational spaces based on their fundamental properties. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2015; 3. (In Russ.)
7. Katkhanova YU.V. Electronic educational resources from development to use. Simvol nauki = Symbol of science. 2016; 8: 117-119. (In Russ.)
8. Kostyukova T.A., Yerepilova A.I. Competence tests as a mechanism for the implementation of vocational guidance at the stage of specialized training. Obrazovatel'naya sreda segodnya: strategii razvitiya = Educational environment today: development strategies. 2016; 5; 1: 240-245. (In Russ.)
9. Zolkina A.V., Lomonosova N.V. Educational and methodological support of the process of higher education informatization. Pedagogika i obrazovaniye v Rossii i za rubezhom: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh trudov po materialam II Mezhdunarod-nogo pedagogicheskogo foruma molodykh uchenykh. Yekaterinburg. NOO «Professional'naya nauka» = Pedagogy and education

15. Ломоносова Н.В. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук «Система смешанного обучения в условиях информатизации высшего образования». М.: МПГУ, 2018. 28 с.

in Russia and abroad: problems and development prospects: a collection of scientific papers based on the materials of the II International Pedagogical Forum of Young Scientists. Yekaterinburg. NGO «Professional Science». 2017; 131: 69-75. (In Russ.)

10. V.I.Baydenko, N.I. Maksimov, N.A Selezneva Elektronnoye prilozheniye k knige: Proyektirovaniye i realizatsiya kompetentnostno-oriyentirovannykh obrazovatel'nykh programm vysshego obrazovaniya: yevropeyskiy opyt = Electronic supplement to the book: Design and implementation of competence-based educational programs of higher education: European experience. Moscow: MSTU im. A.N. Kosygina. 2012. 153 p. (In Russ.)

11. Kolomiyets O.M. Competence-activity approach - the methodological basis of teaching in higher education. Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 20: Pedagogicheskoye obrazovaniye = Moscow University Bulletin. Series 20: Pedagogical education. 2017; 1: 84-89. (In Russ.)

12. OS VO NITU «MISiS» po napravleniyu podgotovki 38.03.05 «Biznes-informatika» = OS IN NITU «MISiS» in the direction of preparation 38.03.05 «Business Informatics» [Internet]. Available from: <https://misis.ru/university/documentation/standards/> (cited 10.06.2019). (In Russ.)

13. Razbegin V.P., Ushakova M.V., Gabalin A.V. Issues of applying the architectural approach to the training of business informatics. Upravleniye razvitiyem krupnomasshtabnykh sistem (MLSD'2018): materialy Odinnadtsatoy mezhdunar. konfer., 1-3 okt. 2018 g., Moskva = Management of the devel-opment of large-scale systems (MLSD'2018): materials of the Eleventh Int. Confer., 1-3 Oct. 2018, Moscow. Moscow: IPU RAS; 2018: 278-280. ISBN 978-5-91450-218-5. (In Russ.)

14. Gabalin A.V., Razbegin V.P., Ushakova M.V. Architectural Approach Application Issues in Business Informatics Professional Training. Proceedings of the 11th International Conference «Management of Large-Scale System Development» (MLSD'2018). Moscow: IEEE, 2018. [Internet]. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8551796>.

15. Lomonosova N.V. Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kan-didata pedagogicheskikh nauk «Sistema smeshannogo obucheniya v usloviyakh informatizatsii vysshego obrazovaniya». Abstract of dissertation for the degree of candidate of pedagogical sciences «The system of blended learning in the conditions of informatization of higher education». Moscow: Moscow State Pedagogical University. 2018. 28 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Мария Викторовна Ушакова

к.т.н., доцент

Научно-исследовательский технологический
университет МИСИС, Москва, Россия

Эл. почта: ushakovamv@isis.ru

Алексей Валерьевич Габалин

Институт проблем управления

им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Россия

Эл. почта: gabalina@bk.ru

Information about the authors

Mariya V. Ushakova

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor
Research Technological University MISIS,
Moscow, Russia

E-mail: ushakovamv@isis.ru

Aleksey V. Gabalin

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of
RAS, Moscow, Russia

E-mail: gabalina@bk.ru