



Научно-практический
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
Том 23. № 2. 2019

Учредитель:
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор
Юрий Филиппович Тельнов

Зам. главного редактора
Александр Викторович Бойченко
Василий Михайлович Трембач

Ответственный редактор
Павел Александрович Смелов
Елена Алексеевна Егорова

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 26.04.19.
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 9,75. Тираж 1500 экз. Заказ
Напечатано в ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».
117997, Москва, Стремянный пер., 36

СОДЕРЖАНИЕ

УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

- В.Н. Смирнова*
Обучение научно-техническому переводу
в условиях электронной информационно-образовательной
среды в строительном университете 4
- Н.И. Тарасеева, О.В. Баулина*
Эффективность применения инновационных технологий в
организации практической подготовки 14

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- Л.П. Ганчарик*
Система открытого образования в подготовке
управленческих кадров в сфере цифровой экономики..... 23
- Д.В. Моглан*
Дидактический потенциал использования систем
визуализации алгоритмов в процессе обучения
программированию 31

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

- К.В. Мулюкова, В.М. Курейчик*
Проблема анализа больших веб-данных и использование
технологии Data Mining для обработки и поиска
закономерностей в большом массиве веб-данных
на практическом примере..... 42

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

- Ф.Т. Агаев, Г.А. Мамедова, Р.Т. Меликова*
Анализ ИКТ-образования в Азербайджане: современное
состояние, зарубежный опыт, проблемы и перспективы 50

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

- Г.Н. Калянов, Б.В. Курприянов, О.В. Лукинова*
Адаптация DFD-технологии при моделировании бизнес-
систем в среде РДС 61
- В.А. Сизов, Д.М. Малиничев, Х.Х. Кучмезов*
Изучение перспективных защищенных информационных
систем на основе моделирования сигналов 69



Scientific and practical reviewed
journal

OPEN EDUCATION
Vol. 23. № 2. 2019

Founder:
Plekhanov Russian University of
Economics

Editor in chief
Yuriy F. Telnov

Deputy editor
Aleksandr V. Boichenko
Vasily M. Trembach

Executive editor
Pavel A. Smelov
Elena A. Egorova

Technical editor
Elena I. Anikeeva

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

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

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

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

Editorial opinion may be different from
the views of the authors

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

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

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

© Plekhanov Russian University of
Economics, 2018

Signed to print 26/04/19.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 9,75. 1500 copies.
Order

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

CONTENTS

EDUCATIONAL RESOURCES

- Vesta N. Smirnova*
Scientific and technical translation training in the conditions
of electronic information and educational environment in the
construction university..... 4
- Nelli I. Taraseeva, Oksana V. Baulina*
Efficiency of application of innovative technologies in the
organization of practical training 14

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Leonid P. Gancharik*
Open Education System in Management Training
in the Digital Economy 23
- Diana V. Moglan*
Didactic potential of using systems for visualization of
algorithms in the process of teaching programming..... 31

PROBLEM OF EDUCATION

- Ksenia V. Mulyukova, Victor M. Kureichik*
The problem of analysis of big web data and the use of data
mining technology for processing and searching patterns in big
web data on a practical example 42

DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE

- Firudin T. Agayev, Gyulara A. Mammadova, Rena T. Melikova*
Analysis of ICT education in Azerbaijan: current state, foreign
experience, problems and prospects..... 50

PROBLEMS OF INFORMATIZATION OF ECONOMICS AND MANAGEMENT

- Georgiy N. Kalyanov, Boris V. Kupriyanov, Olga V. Lukinova*
Adaptation of the DFD technology in the modeling of business
systems in the environment of RDS 61
- Valeriy A. Sizov, Dmitry M. Malinichev, Khamzat Kh. Kuchmezov*
The study of promising secure information systems based on
signal modeling 69

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Николай Григорьевич Мальшев, 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

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

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

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

Обучение научно-техническому переводу в условиях электронной информационно-образовательной среды в строительном университете

Цель исследования. Дистанционное образование представляет одну из возможностей успешной реализации дидактического потенциала информационно-коммуникационных технологий в обучении иностранным языкам. В ситуации перехода высшей школы на компетентностно-ориентированную систему обучения овладение научно-техническим переводом студентами неязыковых факультетов в рамках электронной информационно-образовательной среды приобретает особую актуальность. Умение правильно интерпретировать аутентичный текст свидетельствует не только о достаточной переводческой подготовке, но и умении использовать электронные образовательные ресурсы на основе удаленного доступа обучающегося к информационным справочным системам и учебно-методическим материалам. В этой связи, целью данного исследования стало определение возможностей дистанционных технологий в обучении научно-техническому переводу и оценке качества его выполнения.

Материалы и методы. Стандартизация определения типов смысловых искажений на материале учебных переводов, подготовленных в рамках электронной информационно-образовательной среды строительного университета, позволила оценить эффективность данного формата обучения, выработать методические рекомендации по преодолению пробелов в базовой межязыковой подготовке будущих инженеров и послужила критерием оценки в процессе аттестации по освоению дисциплины «Иностранный язык». В процессе исследования использовались описательный, сопоставительный, категориальный и статистический методы.

Результаты. В статье описана модульная организация электронной информационно-образовательной среды в строительном вузе, предполагающая включение в ее состав нескольких интерактивных платформ с указанием их возможностей в обучении научно-техническому переводу. Представлены теоретические положения понимания смыслового нарушения при межязыковом преобразовании текста как необоснованного отступления от нормативного требования содержательного соответствия перевода оригиналу.

Сопоставительный анализ позволил определить две основные категории нарушений перевода: (I) снижение точности передачи

смыслового содержания текста и (II) искажения смыслового содержания оригинала в форме необоснованного опущения, добавления и замены. Практическая оценка нарушений научно-технического перевода позволила описать количественное соотношение категорий ошибок с преобладанием смысловых неточностей над смысловыми искажениями, что демонстрирует повышенный уровень сформированности лингвопереводческой компетенции обучающихся.

Заключение. Доказана эффективность использования электронной информационно-образовательной среды в повседневной работе строительного вуза, позволяющей повысить качество учебных работ обучающихся в рамках обеспечения дистанционного синхронного и асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса.

Сделан вывод о необходимости ориентации будущих специалистов инженерно-строительной сферы на выбор правильных переводческих решений в процессе подготовки практических заданий в условиях электронной информационно-образовательной среды.

Выработаны следующие методические рекомендации по эффективному преподаванию перевода на неязыковых факультетах в высшей школе:

- денотативное соответствие перевода инженерно-строительных текстов оригиналу на лексическом уровне следует связывать с подбором эквивалентных единиц переводящего языка, отражающих семантику и освоенность применения в профессиональной сфере;
- денотативное соответствие перевода инженерно-строительных текстов на синтаксическом уровне, понимаемое как сохранение смысловых акцентов, определяется изучением различных традиций коммуникативной прогрессии текста в английском и русском языках и установлением логических связей между синтаксическими единицами текста оригинала;
- необходимо обязательное редактирование автоматизированного перевода.

Ключевые слова: электронная информационно-образовательная среда, дистанционные методы обучения, научно-технический перевод, учебный перевод, смысловые нарушения

Vesta N. Smirnova

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia

Scientific and technical translation training in the conditions of electronic information and educational environment in the construction university

Purpose of the study. Distance education is one of the possibilities for the successful realization of the didactic potential of information and communication technologies in teaching foreign languages. In the situation of transition of a higher school to a competence-oriented system of education, mastering scientific and technical translation by students of non-linguistic faculties within the framework of an electronic information and educational environment is of particular

relevance. The ability to correctly interpret an authentic text testifies not only to sufficient translation training, but also the ability to use electronic educational resources based on the student's remote access to information referral systems and teaching materials. In this regard, the purpose of this study was to determine the capabilities of remote technologies in teaching scientific and technical translation and assessing the quality of its implementation.

Materials and methods. Standardizing the definition of types of semantic distortions on the material of educational translations prepared in the framework of the electronic informational and educational environment of a building university allowed to evaluate the effectiveness of this training format, to develop guidelines for overcoming gaps in the basic interlingua training of future engineers and served as a criterion for evaluating in the process of attestation to master the discipline "Foreign language". In the process of the study descriptive, comparative, categorical and statistical methods were used.

Results. The article describes the modular organization of the electronic information and educational environment in a building university, which implies the inclusion of several interactive platforms in its composition with an indication of their capabilities in teaching scientific and technical translation. The theoretical concepts of understanding the semantic violation in the interlingua text transformation as an unreasonable deviation from the normative requirement of meaningful correspondence of the translation to the original are presented.

Comparative analysis allowed us to identify two main categories of translation violations: (I) reducing the accuracy of the semantic content of the text and (II) distorting the semantic content of the original in the form of unjustified omission, addition and replacement. Practical assessment of violations of scientific and technical translation allowed describing the quantitative ratio of categories of errors with a predominance of semantic inaccuracies over semantic distortions, which demonstrates an increased level of formation of students' linguistic translation competence.

Conclusion. The effectiveness of the use of electronic information-educational environment in the daily work of a construction institution has been proved, which allows improving the quality of student learning in the framework of ensuring remote synchronous and asynchronous interaction between participants in the educational process.

It was concluded that the future engineering and construction specialists need to focus on choosing the right translation solutions in the process of preparing practical tasks in the electronic information and educational environment.

The following guidelines for the effective teaching of translation in non-language faculties in higher education have been developed:

- denotative correspondence of the translation of engineering and construction texts to the original at the lexical level should be associated with the selection of equivalent units of the translating language reflecting the semantics and mastery of application in the professional sphere;
- the denotative correspondence of the translation of engineering and construction texts at the syntactic level, understood as the preservation of semantic accents, is determined by the study of various traditions of the communicative progression of the text in English and Russian languages and the establishment of logical links between the syntactic units of the original text;
- mandatory editing of automated translation is required.

Keywords: electronic information-educational environment, distance learning methods scientific and technical translation, academic translation, semantic mistakes

Введение

Процесс информатизации, заставляя с новых позиций рассматривать методы и средства, задействованные в высшей школе. Как отмечает исследователь С.С. Хромов, «образовательная деятельность ... является восприимчивой к использованию новых технологий в организации образовательного процесса и учебной деятельности студентов. Электронное обучение, призванное расширить доступ к образовательным услугам и высококачественным образовательным материалам, поддерживается на национальном и международном уровне» [1, с. 70].

Современный феномен «интернетизации» образования, которая способствует изменению методов и средств обучения, побуждает преподавателей искать новые способы подачи материала, контроля успеваемости и выполнения самостоятельной работы студентов вызывает значительный исследовательский интерес [2, с. 324, 3, с. 8]. По выражению авторов В.П. Тихомирова и Н.В. Тихомировой, «происходит смена образовательной

парадигмы с традиционной модели обучения к электронному обучению (e-learning) и далее к Smart-education. Таким образом, преподаватель становится не транслятором готовых знаний, а выступает в роли навигатора по бескрайнему информационно-знанию пространству [4, с. 65]. А.Л. Назаренко рассматривает дистанционное образование как одну из возможностей успешной реализации дидактического потенциала информационно-коммуникационных технологий в обучении иностранным языкам [5, с. 268].

Как было показано нами в предыдущих публикациях, в ситуации перехода образования на компетентностно-ориентированную систему обучения овладение научно-техническим переводом студентами неязыковых факультетов приобретает особую актуальность [6, с. 57]. При этом, электронный формат научно-технического перевода в дистанционной коммуникации становится универсальным способом его подготовки и анализа. В этой связи, определение возможностей дистанционных технологий в обучении научно-техническому переводу и оценке

качества его выполнения приобретает особую актуальность.

Стратегия научно-технического перевода требует эквивалентной передачи предметного содержания в контексте прагматической адаптации текста [7, с. 86]. При этом, умение правильно интерпретировать аутентичный текст свидетельствует не только о достаточной лингвопереводческой подготовке, но и умении использовать электронные образовательные ресурсы на основе удаленного доступа обучающегося к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, учебно-методическим материалам.

При оценке результатов обучения научно-техническому переводу первостепенное значение имеют смысловые нарушения. Анализ нарушений при передаче смысла, связанных с денотативным содержанием оригинала особенно важен для понимания специальных текстов инженерно-строительного профиля в связи с ситуативностью последних. Таким образом, стандартизация определения типов смысловых искажений на примере учебных переводов, подготовленных

студентами Пензенского государственного университета архитектуры и строительства в рамках электронной информационно-образовательной среды, позволит выработать методические рекомендации по преодолению пробелов в базовой языковой подготовке будущих специалистов и послужит критерием оценки в процессе экзаменационной аттестации по освоению дисциплины «Иностранный язык» для студентов нефилологических направлений подготовки.

Проблема обучения научно-техническому переводу в условиях электронной информационно-образовательной среды в строительном университете рассматривается с опорой на работы авторов А.Н. Богомолова, Е.В. Ждановой, О.В. Харитоновой, А.Л. Назаренко, В.П. Тихомирова, Н.В. Тихомировой, С.С. Хромова, посвященные дистанционному образованию как в учебной деятельности в целом, так и в теории и практике преподавания иностранных языков, в частности. Описание назначения и составных элементов электронной информационно-образовательной среды подготовлено на основе нормативных положений об информационно-технологическом обеспечении электронного обучения, размещенных на официальном сайте Пензенского государственного университета архитектуры и строительства.

Проблемы научно-технического перевода в теоретическом понимании рассматриваются с опорой на концепции отечественных исследователей Л.Н. Бархударова, В.Н. Комиссарова, Р.К. Миньяра-Белоручева, Я.И. Рецкера, А.Д. Швейцера, на рекомендации по переводу общенаучных слов, относящихся к категории «ложных друзей» переводчика Л.И. Борисовой, а также на классификацию переводческих ошибок, имеющих значение при обсуждении вопросов качества перевода специ-

альных текстов, предложенную лингвистами Д.М. Бузаджи, В.В. Гусевым, В.К. Ланчиковым, Д.В. Псурцевым, электронные профильные словари и справочники (Вокабула, Reverso Context и др.), на аутентичные тексты, включенные в состав учебно-методических комплексов по иностранному языку на платформе дистанционного образования вуза.

Анализ результатов обучения научно-техническому переводу выполнен на примере экзаменационных работ (в количестве шестидесяти) студентов бакалавриата направления подготовки 08.03.01 «Строительство», подготовленных в условиях доступа к элементам электронной информационно-образовательной среды Пензенского государственного университета архитектуры и строительства.

Описательный метод позволил представить модульную организацию электронной информационно-образовательной среды в строительном вузе. В основу изучения проблем обучения научно-техническому переводу положен метод сопоставительного анализа, опирающийся на анализ формы и содержания текста перевода в сопоставлении с формой и содержанием оригинала. Категориальный анализ позволил дифференцировать типы смысловые искажений по группам, произвести необходимые исправления с целью достижения точности передачи смыслового содержания исходного текста. Применение количественного метода позволило выявить статистическую составляющую и системное соотношение категорий ошибок с общим числом зафиксированных нарушений в учебных переводах.

Результаты исследования

Результаты обучения научно-техническому переводу в виде практической оценки смысловых нарушений в учеб-

ных работах рассматриваются нами в условиях функционирования электронной информационно-образовательной среды в строительном вузе, определяемой как «программно-техническая система, обеспечивающая доступ всех участников образовательного процесса к совокупности электронных информационных ресурсов и электронных образовательных ресурсов, реализующая совокупность информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств и обеспечивающая освоение обучающимися образовательных программ или их частей, а также взаимодействие обучающихся с педагогическим, учебно-вспомогательным, административно-хозяйственным персоналом и между собой» [8, с. 5].

Модульная организация электронной информационно-образовательной среды, предполагает включение в ее состав нескольких интерактивных платформ, что может быть представлено в виде следующей таблицы:

Таблица 1

Модульная организация электронной информационно-образовательной среды

Облачный сервис ПГУАС	Электронная библиотека ПГУАС
Дистанционное образование ПГУАС	Электронная почта ПГУАС
Облачный сервис ВКР-ВУЗ	Электронная библиотека IPRBooks
Портфолио	Доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик
Фиксация хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы	Личный кабинет ЭИОС
Web of Science	Scopus

Как показывает таблица 1 в условиях функционирования электронной информационно-образовательной среды доступными становятся дистанционные технологии, реализуемые с применением телекоммуникационных технологий при опосредованном взаимодействии обучающихся и педагогических работников. Так, платформа «Дистанционное образование» включает такой спектр сервисов как форум, чат, компьютерное тестирование, рабочие программы и учебно-методические материалы, перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения курса. Электронно-библиотечная система IPRbooks является лицензионной библиотекой по всем отраслям наук, в полном объеме соответствующей ФГОС и содержащей более 5 000 изданий: учебников и учебных пособий, монографий, производственно-практических, справочных изданий. Платформа ВКР-ВУЗ.РФ предлагает широкие технические возможности образовательного процесса: размещение и проверку квалификационных работ, генерирование любого количества учетных записей пользователей, гарантированную безопасность хранения работ, бесплатные обновления индексной базы, по которой ведётся проверка на заимствования и др.

В современных условиях выбора способов подготовки научно-технического перевода вспомогательным инструментом становится машинный перевод, т. е. процесс перевода текстов с одного естественного языка на другой с помощью специальной компьютерной программы (Yandex translator, Google translator, Reverso Context, и др.). При этом, машинный перевод следует рассматривать как дополнительный ресурс, позволяющий сэкономить время при наборе текста перевода, но требующий

применения системы интеллектуальных умений и знаний слушателей по иностранному языку в процессе обязательного редактирования с целью смысловой и нормостилевой адаптации текста перевода.

Практическая оценка результатов обучения научно-техническому переводу в условиях функционирования электронной информационно-образовательной среды в строительном вузе требует теоретического обзора проблемы смысловых нарушений в переводе.

Данная проблема широко обсуждается в отечественном переводоведении и большинством авторов рассматривается как необоснованное отступление от нормативного требования эквивалентности (т.е. содержательного соответствия перевода оригиналу – А.Д. Швейцер) [9, с. 121], как мера несоответствия перевода оригиналу (Р.К. Миньяр-Белоручев) [10, с. 145], как мера дезинформирующего воздействия на читателя (В.Н. Комиссаров) [11, с. 48].

Для практических целей оценки качества перевода необходима система критериев, основанная на степени искажения оригинала при переводе. Для решения подобной задачи используются различные методы классификации смысловых ошибок. В.Н. Комиссаров выделяет четыре основных типа ошибок, играющих неодинаковую роль при последующей оценке качества перевода, при этом удельный вес определяется смысловыми нарушениями при переводе. Особую значимость имеют: (1) ошибки, представляющие собой грубое искажение содержания оригинала, (2) ошибки, приводящие к неточной передаче смысла оригинала, но не искажающие его полностью. Подобные ошибки возникают вследствие неточного понимания значения некоторых слов в оригинале или неправильной

оценки переводчиком степени соответствия значений английского и русского терминов [11, с. 242]. В качестве примера смысловой неточности перевода В.Н. Комиссаров приводит неправильную передачу названия периода в следующем высказывании: “He was one of the best British football players in 1930’s”. – «В 1930 году он был одним из лучших футболистов в Англии». Переводчик не обратил внимания на формат множественного числа при наименовании года в оригинале, показывающий, что имеется в виду не один год, а целое десятилетие – тридцатые годы. Основное содержание высказывания сохранено, но неправильная работа должна расцениваться как смысловая ошибка [11, с. 243].

Лингвисты Д.М. Бузаджи, В.В. Гусев, В.К. Ланчиков, Д.В. Псурцев также выделяют две категории переводческих ошибок: (1) искажения в переводе денотативного содержания оригинала и (2) случаи неточной передачи в переводе денотативного содержания оригинала посредством опущения, добавления и замены смысловой информации [12, с. 42]. При этом, в традиционном толковании под денотативным содержанием понимается содержание, выражающее предметную отнесенность элементов, фрагментов текста, текста в целом к действительности [12, с. 34].

Процесс точного в смысловом отношении перевода Я.И. Рецкер связывает с подбором эквивалентного соответствия как переводного соответствия с минимальной зависимостью от контекста, «хотя нельзя считать показателя двуязычных словарей истиной в конечной инстанции»; при этом постоянное развитие науки и промышленности приводит к возникновению «безэквивалентной терминологии» [13, с. 15].

В концепции передачи инварианта содержания Л.С. Бар-

хударова важным условием перевода является «не общность родства тех или иных языковых единиц, а исключительно их одноплановость или однопорядковость, то есть принадлежность к одному и тому же аспекту или уровню языковой системы» [14, с. 34].

Исследователь Л.И. Борисова связывает потенциальные смысловые нарушения с трудностями, возникающими при переводе категории слов, именующихся «ложными друзьями переводчика» [15, с. 3]. При этом, анализ примеров межъязыковых аналогизмов показывает, что наибольшее количество ошибок возникает при переводе интернациональной лексики: могут происходить ложные отождествления, поскольку слова указанной группы имеют некоторую графическую (или

фонетическую), грамматическую, а часто и семантическую общность [15, с. 6].

Сопоставительный анализ переводческих классификаций типов смысловых ошибок с нарушениями денотативного порядка, встречающимися в практических экзаменационных работах студентов направления подготовки «Строительство» позволяет определить количественное соотношение категорий нарушений и представить результаты исследования в виде таблицы 2.

Смысловые нарушения в учебных переводах мы связываем с группами ошибок следующих типов:

I. Снижение точности передачи смыслового содержания текста, составляющее примерно 80 % от общего числа случаев нарушений, связанных с

денотативным содержанием текста.

I. 1. Многочисленная группа ошибок 40 % от общего числа смысловых нарушений связана с неправомерными изменениями степени точности передачи фактической информации, заданной коммуникативным намерением автора посредством неправомерного (А) опущения, (Б) добавления и (В) замены. Проиллюстрируем подобные ошибки конкретными примерами.

Пример 1. (А) Опущение информации

Оригинал: Cleaning: The bath should *always* be cleaned immediately after use with water and a *normal* household detergent.

Учебный перевод: Очистка: Сразу после использования ванну следует очищать бытовым моющим средством.

Таблица 2

Нарушения денотативного содержания высказывания, встречающиеся в учебных переводах

Категория	Характер нарушений	Сущность нарушений	Методическое описание	%
I. Снижение точности передачи смыслового содержания текста				80
	1. Неправомерные изменения степени точности передачи фактической информации			40
		А. Опущения информации	Немотивированная генерализация	20
		Б. Добавления информации	Немотивированная конкретизация	10
		В. Замена информации		10
	2. Неправомерные изменения степени точности передачи релятивной информации			40
		А. Искажения актуального членения	Смещение смысловых акцентов	20
		Б. Искажения связи между синтаксическими единицами	Нарушение связности и логичности подачи информации	20
II. Искажения смыслового содержания оригинала				20
	1. Опущения	Опущения смысловой информации, входящей в смысловый инвариант текста	Немотивированные опущения	5
	2. Добавления	Добавления смысловой информации, противоречащей смысловому инварианту текста	Немотивированные добавления информации, способные привести к неправильному пониманию текста перевода	5
	3. Замены	Замены смысловой информации текста оригинала на информацию, противоречащую смысловому инварианту текста	Лексическая замена предмета, действия, признака на иное, приводящее к неверному восприятию основных параметров, описываемой ситуации	10

Рекомендуемый перевод: Очистка: Сразу после использования ванну следует всегда очищать *обычным моющим средством для бытовых целей*.

При опущении перевода слов *always (всегда)* и *normal (обычный)* смысловый инвариант текста передается неточно, но основные параметры описываемой ситуации сохраняются.

Пример 2. (Б) Добавление информации

Оригинал: Rapid construction can be achieved through the basic principle of focusing on eliminating waste [16].

Учебный перевод: Быстрое строительство может быть достигнуто с помощью основного принципа *сосредоточения внимания* на устранении отходов.

Рекомендуемый перевод: Быстрое строительство может быть достигнуто за счет основного *принципа ликвидации отходов*.

Привнесение информации о нацеленности (*сосредоточении внимания*) на устранение отходов воспринимается в данном контексте как лишнее действие, приводящее к речевой избыточности высказывания, хотя и не противоречит смысловому содержанию оригинала.

Пример 3. (В) Замена информации

Оригинал: For *light* buildings in dry soil, basement walls of brick may still be built, but only the hardest and soundest bricks should be used [16].

Учебный перевод: Для *легких* строений на мягких грунтах стены возводятся из кирпича, но только из *надежных и твердых*.

Рекомендуемый перевод: Для *легковесных* зданий на мягких грунтах стены возводятся из кирпича, при этом *должны быть использованы самые надежные и твердые из них*.

Семантическую кальку словарного значения слова *light* как *легкие* трудно признать

точным вариантом перевода, так как инженерно-строительный контекст сочетания со словом *buildings (здания)* требует подбора конкретизированного значения данной формы: *легковесные* [17]. Ошибки подобного рода означают потерю части информации текста оригинала с одновременным привнесением информации, не противоречащей смысловому инварианту текста, но и не обусловленной им. Кроме того, выбор эллиптической конструкции «*но только из надежных и твердых*» в переводе второй части сложного предложения, трудно признать удачным переводческим решением с точки зрения отнесенности текста к научному стилю.

I. 2. Вторую группу нарушений в категории смысловых неточностей (примерно 40 % общего числа ошибок) образуют неправомерные изменения степени точности передачи *релятивной информации*, заданной коммуникативным намерением автора, при этом встречаются как (А) *искажения актуального членения (20 %)*, так и (Б) *искажения связи между синтаксическими единицами (20 %)*. В основе нарушений подобного рода – формально точное воспроизведение синтаксиса оригинала или его неправильное понимание.

I. 2. А. Рассмотрим случаи искажения актуального членения вследствие *механического воспроизведения синтаксической конструкции оригинала*.

Пример 1

Оригинал: *Energy, water, raw materials and land* are used more effectively to minimize waste, pollution and global warming [18, с. 9].

Учебный перевод: *Энергия, вода, сырье и земля* используются более эффективно для минимизации отходов, загрязнения и глобального потепления.

Рекомендуемый перевод: Для наиболее эффективной минимизации отходов, загрязнения окружающей среды и

глобального потепления используются *энергия, вода, полезные ископаемые и почва*.

В тексте оригинала смысловым ядром (ремой) предложения является начальная часть *Energy, water, raw materials and land*. В результате формального сохранения порядка следования смысловых элементов в русском переводе произошло искажение актуализации информации и смещение акцентов с описания средства достижения цели (*энергия, вода, сырье и почва*) на формулировку самой цели (*наиболее эффективная минимизация отходов, загрязнения окружающей среды и глобального потепления*).

I. 2. Б. Рассмотрим пример неточной передачи релятивной информации *с искажением между синтаксическими единицами*.

Пример 1

Оригинал: *Before the introduction of Portland cement lime was much used in the United States to make stucco*.

Учебный перевод: До введения портландцементной *известки* очень много использовалось в Соединенных Штатах для изготовления штукатурки.

Рекомендуемый перевод: До введения портландцемента *известь* широко использовалась в Соединенных Штатах для изготовления штукатурки.

Присоединение лексики *lime* к словосочетанию *Portland cement*, нарушает понимание структуры предложения и приводит к нарушению смысла высказывания, заключающемуся в использовании известки в составе штукатурки, а не портландцемента.

Таковы нарушения коммуникативной ясности в русскоязычных учебных переводах, приводящие к неточной передаче смысла оригинала, но не искажающие его полностью.

II. Второй по численности категорией нарушений денотативного содержания исходного текста в учебных переводах является *искажение смысловой передачи фактической ин-*

формации оригинала (20 % от общего количества ошибок) в виде (1) опущения, (2) добавления и (3) замены смысловой информации, встречающихся в преобладающем соотношении замены информации (10 %). При этом, если смысловые неточности в большинстве случаев сохраняют предметную суть коммуникативного акта, искажение смыслового содержания может привести к полному функциональному обесцениванию перевода и невозможности восприятия текста и использованию его в практических целях.

Проиллюстрируем ошибки данной группы примерами.

II. 1. Искажение смысла (опущение информации)

Пример 1

Оригинал: Common bricks are very little used at the present time *below grade* because they do not withstand the moisture and frost as well as stone or concrete.

Учебный перевод: Обычные кирпичи редко используются в наше время, поскольку они не защищены от влаги и не устойчивы к низкой температуре как, например, камень или бетон.

Рекомендуемый перевод: Обычные кирпичи редко используются в наше время для строительства оснований, поскольку они не защищены от влаги и не устойчивы к низкой температуре как, например, камень или бетон.

Данный перевод ввиду неполноты передачи информации на лексическом уровне (опущения перевода *below grade*) нельзя признать эквивалентным на семантическом уровне.

II. 2. Искажение смысла (добавление информации)

Пример 1

Оригинал: The work of building engineer involves designing, construction and maintenance of industrial, public and *residential buildings* [19, с. 25].

Учебный перевод: Работа инженера-строителя предполагает проектирование, строи-

тельство и обслуживание промышленных, гражданских и жилых строительных комплексов.

Рекомендуемый перевод: Работа инженера-строителя предполагает проектирование, строительство и обслуживание промышленных, гражданских и жилых зданий.

Сущность данного нарушения заключается в привнесении в текст перевода информации, не присутствующей в тексте оригинала, а именно конкретизация словосочетания *residential buildings* как *строительные комплексы* со значением совокупности расходуется с коммуникативным намерением автора указать общее наименование типа здания [20].

II. 3. Искажение смысла (замена информации)

Пример 1

Оригинал: Studs are designed for a safe load of 12,000 pounds on every 2 feet of wall, and the system does not depend on the weight of the building above to maintain its *stability*.

Учебный перевод: Шины предназначены для безопасной нагрузки в 12 000 фунтов на каждые 2 метра стены, и система не зависит от веса здания, чтобы сохранить его *стабильность*.

Рекомендуемый перевод: Шины предназначены для безопасной нагрузки в 12 000 фунтов на каждые 2 фута стены, и система не зависит от веса здания, чтобы сохранить его *устойчивость*.

Замена *фута* на *метр* приводит к смысловому искажению обозначения измерения длины в тексте оригинала, не только из-за принадлежности данных единиц к различным системам (метр – единица измерения длины в Международной системе единиц, фут – английская единица измерения), но и из-за неравного соотношения единиц по величине (фут составляет примерно треть часть метра (1 фут равен 0,3048 метра).

Пример 2

Оригинал: One of the *early important duties* of the consultant is to investigate capabilities of *precasting yards*, concrete plants, and contractors in the area to determine the *normal* level of concrete construction quality in the area.

Учебный перевод: Один из *ранних* важных *двуэтов* консультанта состоит в том, чтобы исследовать возможности *надстроек*, бетонных заводов и подрядчиков в этом районе, чтобы определить *нормальный* уровень качества бетонной конструкции в этом районе.

Рекомендуемый перевод: Одна из *первоначальных* важных *обязанностей* консультанта состоит в том, чтобы исследовать возможности *сборочных цехов*, бетонных заводов и подрядчиков в этом районе с целью определения *достаточного* уровня качества бетонной конструкции в этом районе.

Значение лексемы *early* как *ранний* не соответствует контексту высказывания, заключающемся в степени значимости обязанностей консультанта. Перевод лексемы *duties* как *двуэтов* в учебном переводе демонстрирует ошибочную ориентацию на буквенное сходство английского и русского слов и может расцениваться как неверное восприятие параметров описываемой ситуации – деятельности консультанта. В данном случае к смысловому искажению приводит непонимание специфики перевода «ложных друзей переводчика». Словарный перевод терминологического словосочетания *precasting yard* представлен как *полигон (часто при строительной площадке) по изготовлению сборных (железо) бетонных конструкций*. Замена прямого значения на вариант *надстроек* не представляется удачным переводческим решением, так как не отражает семантику сочетания *precasting yard* [20].

Перевод лексемы *normal* как *нормальный* нарушает требова-

ния прагматической эквивалентности, предполагающей необходимость полноценного замещения текста оригинала в культуре переводящего языка и определяет необходимость поиска более успешной лексической замены — общего словарного значения *нормальный* на *достаточный* в данном случае, что соответствует особенностям русскоязычной понятийной сферы строительной инженерии.

Искажение смыслового содержания оригинала посредством замены смысловой информации наблюдается в следующем примере:

Пример 3

Оригинал: To align with the unevenness of a wall, or a floor, an equalizing material is placed against the fitting surface of the product.

Учебный перевод: Для выравнивая неровностей на стене или полу на *прилегающие поверхности изделий* должен быть нанесен выравнивающий материал.

Рекомендуемый перевод: Для выравнивания неровностей на стене или полу на поверхность установки *прилегающей стороны изделия* необходимо нанести выравнивающий материал.

В тексте оригинала указывается на то, что выравниванию подлежит поверхность, на которую устанавливается изделие, а не прилегающая поверхность самого изделия. В результате нарушений данного вида происходит потеря информации смыслового инварианта исходного текста, с одновременным включением в текст перевода информации, противоречащей смыслу текста исходного языка.

Заключение

Использование электронной информационно-образовательной среды в повседневной работе строительного вуза позволяет, повысить ка-

чество учебных работ обучающихся, сделать образовательный процесс удобнее и эффективнее.

В рамках ЭИОС вспомогательным средством формирования интеллектуальных умений по научно-техническому переводу становятся дистанционные технологии. ЭИОС обеспечивает освоение переводческой компетенции независимо от места нахождения обучающихся, а также контроль соблюдения условий проведения мероприятий, в рамках которых осуществляется оценка результатов обучения. К очевидным достоинствам обучения научно-техническому переводу в условиях электронной информационно-образовательной среды относится факт обеспечения синхронного и асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса.

Практические результаты обучения научно-техническому переводу, осуществляемого с использованием платформ электронно-образовательной среды, могут быть представлены в форме классификация категорий смысловых нарушений как количественной градации ошибок, основанной на степени искажения содержания оригинала, необходимой для практических целей оценки уровня базовой языковой подготовки будущих инженеров-строителей.

Количественная специфика анализа с преобладанием смысловых неточностей (80%) над смысловыми искажениями (20%) демонстрирует повышенный уровень сформированности лингвопереводческой компетенции обучающихся. Универсальность предложенной системы заключается в том, что, с одной стороны, она предоставляет преподавателю возможность цифровой оценки качества учебного перевода, например, по пятибалльной шкале, не являясь при этом, с другой стороны, сугубо «мате-

матической», но учитывающей всю совокупность нормативных требований.

Практическая оценка смысловых нарушений при переводе инженерно-строительных текстов позволяет выработать следующие рекомендации, способствующие эффективному преподаванию перевода на неязыковых факультетах в высшей школе:

- денотативное соответствие перевода инженерно-строительных текстов оригиналу на лексическом уровне следует связывать с подбором эквивалентных единиц переводящего языка, отражающих семантику и освоенность применения в профессиональной сфере;

- необходимо применять не только лингвистические, но и инженерно-технические знания с учетом предметной действительности профессионально-ориентированного текста;

- следует выработать мотивированное применение приемов генерализации и конкретизации;

- денотативное соответствие перевода инженерно-строительных текстов на синтаксическом уровне, понимаемое как сохранение смысловых акцентов, определяется изучением различных традиций коммуникативной прогрессии текста в английском и русском языках и установлением логических связей между синтаксическими единицами текста оригинала;

- необходимо обязательное редактирование автоматизированного перевода.

Ориентация будущих специалистов инженерно-строительной сферы на выбор правильных переводческих решений в процессе подготовки практических заданий в условиях электронной информационно-образовательной среды создает предпосылки для успешного овладения коммуникативными навыками в работе с научно-технической литературой.

Литература

1. Хромов С.С., Скорикова Т.П., Днепровская Н. В. Методология и методика дистанционного обучения в научно-профессиональной коммуникации (на примере разработки дистанционного магистерского курса по лингвистике) // Открытое образование. 2016. Т. 20. № 5. С. 68–76.
2. Богомолов А. Н. Виртуальная среда дистанционного обучения РКИ: опыт организации учебного процесса в новой образовательной модели // XII Конгресс МАПРЯЛ «Русский язык и литература во времени и пространстве». Том 3. Шанхай, 2011. С. 324–329.
3. Жданова Е.В., Харитоновна О.В., Хромов С.С. К вопросу о критериях отбора и оценки веб-ресурсов в преподавании иностранных языков и русского языка как иностранного // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2012. № 3. С. 8–16.
4. Тихомиров В.П., Тихомирова Н.В. Россия на пути к Smart обществу: монография. М.: Центр развития современных образовательных технологий, 2012. 280 с.
5. Назаренко А. Л. Информационно-коммуникационные технологии в лингводидактике: дистанционное обучение [Электрон. ресурс] М.: Издательство Московского университета, 2013. 271 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54628.html> (дата обращения: 12.04.2019).
6. Smirnova V.N. Формирование познавательного интереса к иностранному языку в практике обучения студентов инженерно-строительного вуза. Пенза: ПГУАС, 2017. 120 с.
7. Смирнова В. Н., Милошаева О. С. Прагматическая эквивалентность как критерий оценки качества учебного перевода // Вестник Челябинского государственного университета. 2018. № 10 (420). С. 233–239.
8. Положение об электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) [Электрон. ресурс] Режим доступа: http://www.pguas.ru/svedenu/document/Polog_eios.pdf (дата обращения: 22.03.2019).

References

1. KHromov S , Skorikova T., Dneprovskaya N.V. Methodology and Methods of Distance Learning in Scientific and Professional Communication (Using the Example of Developing a Distance Masters Course in Linguistics).Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2016; Vol. 20; 5: 68–76. (In Russ.)
2. Bogomolov A. N. The Virtual Distance Learning Environment RCTs: The Experience of Organizing the Educational Process in the New Educational Model.XII Kongress MAPRYaL «Russkiy yazyk i literatura vo vremeni i prostranstve». Tom 3. = XII Congress MAPRYaL “Russian Language and Literature in Time and Space”. Volume 3. Shanghai; 2011: 324–329. (In Russ.)

9. Швейцер А.Д. Теория перевода. М.: Наука, 1988. 256 с.
10. Миньяр-Белоручев Р.К. Теория и методы перевода. М.: Московский Лицей, 1996. 298 с.
11. Комиссаров В.Н. Теория перевода (лингвистические аспекты). М.: Высшая школа, 1990. 253 с.
12. Бузаджи Д.М., Гусев В.В., Ланчиков В.К., Псурцев Д.В. Новый взгляд на классификацию переводческих ошибок. М.: Всероссийский центр переводов, 2009. 119 с.
13. Рецкер Я.И. Теория перевода и переводческая практика. Очерки лингвистической теории перевода. М.: Р. Валент, 2010. 244 с.
14. Бархударов Л. С. Язык и перевод: Вопросы общей и частной теории перевода. Изд. 4. М.: URSS, 2013. 240 с.
15. Борисова Л. И. Ложные друзья переводчика. М.: НВИ-ТЕРЗАУРУС, 2005. 212 с.
16. Construction engineering [Электрон. ресурс] Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Construction_engineering (дата обращения: 02.02.2019).
17. Reverso Context [Электрон. ресурс] Режим доступа: <https://context.reverso.net/> (дата обращения: 02.02.2019).
18. White L., Engineering Workshop. Oxford: Oxford University Press, 2003. 43 с.
19. Сботова С. В., Горбунова В.С., Стешина Е.Г. Иностраный язык. Английский язык: учебно-методическое пособие для подготовки к экзамену по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» Пенза: ПГУАС, 2016. 52 с. [Электрон. ресурс] Режим доступа: http://do.pguas.ru/pluginfile.php/30372/mod_resource/content/1/УМП%20к%20экзамену_Сботова%20и%20др.pdf (дата обращения: 02.03.2019).
20. Вокабула: энциклопедии, словари, справочники [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.вокабула.рф/словари/ар-строительный-словарь/precasting-yard> (дата обращения: 02.02.2019).

3. ZHdanova E.V., KHaritonova O.V., KHromov S. To the question of the criteria for selecting and evaluating web resources in the teaching of foreign languages and Russian as a foreign language. Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO = Economics, statistics and computer science. Bulletin UMO. 2012; 3: 8–16. (In Russ.)
4. Tikhomirov V: , Tikhomirova N. V. Rossiya na puti k Smart obshchestvu: monografiya. = Russia on the Way to a Smart Society: monograph. Moscow: Center for the Development of Modern Educational Technologies; 2012. 280 p. (In Russ.)
5. Nazarenko A. L. Informatsionno-kommunikatsionnyye tekhnologii v lingvodidaktike: distantsionnoye obucheniye = Information and

communication technologies in language studies: distance learning [Internet] Moscow: Publishing House of Moscow University; 2013. 271 P. URL: <http://www.iprbookshop.ru/54628.html> (Cited: 12.04.2019). (In Russ.)

6. Smirnova V.N. Formirovaniye poznavatel'nogo interesa k inostrannomu yazyku v praktike obucheniya studentov inzhenerno-stroitel'nogo vuza = Formation of cognitive interest in a foreign language in the practice of teaching students of engineering and construction universities. Penza: PGUAS; 2017. 120 p. (In Russ.)

7. Smirnova V.N., Milotayeva O: Pragmatic equivalence as a criterion for assessing the quality of educational translation. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Chelyabinsk State University. 2018; 10 (420): 233–239. (In Russ.)

8. Polozheniye ob elektronnoy informatsionno-obrazovatel'noy srede universiteta (EIOS) = Regulations on the electronic information and educational environment of the University (EIOS) [Internet] URL: http://www.pguas.ru/svedenu/document/Polog_eios.pdf (Cited: 22.03.2019). (In Russ.)

9. Shveytser A.D. Teoriya perevoda = Translation Theory. Moscow: Science; 1988. 256 p. (In Russ.)

10. Min'yar-Beloruhev R. K. Teoriya i metody perevoda = Theory and methods of translation. Moscow: Moscow Lyceum; 1996. 298 p. (In Russ.)

11. Komissarov V. N. Teoriya perevoda (lingvisticheskiye aspekty) = Theory of Translation (linguistic aspects). Moscow: Higher School; 1990. 253 p. (In Russ.)

12. Buzadzhi D.M., Gusev V.V., Lanchikov V.K., Psurtsev D. V. Novyy vzglyad na klassifikatsiyu perevodcheskikh oshibok = A New Look

at the Classification of Translation Errors. Moscow: Russian Translation Center; 2009. 119 p. (In Russ.)

13. Retsker Ya. I. Teoriya perevoda i perevodcheskaya praktika. Ocherki lingvisticheskoy teorii perevoda = Theory of Translation and Translation Practice. Essays on linguistic translation theory. Moscow: R. Valent; 2010. 244 p. (In Russ.)

14. Barkhudarov L: Yazyk i perevod: Voprosy obshchey i chastnoy teorii perevoda. Izd.4 = Language and translation: Questions of general and particular translation theory. Iss.4 Moscow: URSS; 2013. 240 p. (In Russ.)

15. Borisova L. I. Lozhnyye druz'ya perevodchika = False friends of a translator. Moscow: NVI-TERZAURUS; 2005. 212 p. (In Russ.)

16. Construction engineering [Internet] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Construction_engineering (Cited: 02.02.2019).

17. Reverso Context [Internet] URL: <https://context.reverso.net/> (Cited: 02.02.2019).

18. White L., Engineering Workshop. Oxford: Oxford University Press; 2003. 43 p.

19. Sbotova P. V., Gorbunova V.S., Steshina E.G. Inostranny yazyk. Angliyskiy yazyk: uchebno-metodicheskoye posobiye dlya podgotovki k ekzameni po napravleniyu podgotovki 08.03.01 «Stroitel'stvo» = Foreign language. English language: a teaching aid to prepare for the exam in the direction of preparation 08.03.01 "Construction" Penza: PGUAS; 2016. 52 p. [Internet] URL: http://do.pguas.ru/pluginfile.php/30372/mod_resource/content/1/UMP_k_ekzameni_Sbotova_i_dr.pdf (Cited: 02.03.2019). (In Russ.)

20. Vokabula: entsiklopedii, slovani, spravochniki = Vokabula: encyclopedias, dictionaries, reference books [Internet] URL: <http://www.vokabula.rf/slovani/ar-stroitel'nyy-slovar'/precasting-yard> (Cited: 02.02.2019). (In Russ.)

Сведения об авторе

Веста Николаевна Смирнова

К.ф.н., доцент,

доцент кафедры «Иностранные языки»

Пензенский государственный университет

архитектуры и строительства,

Пенза, Россия

Эл. почта: vesta_smirnova@inbox.ru

Information about the author

Vesta N. Smirnova

Cand. Sci. (Philosophy), Associate Professor,

Associate Professor of the Foreign Language

Department

Penza State University of Architecture and

Construction, Penza, Russia

E-mail: vesta_smirnova@inbox.ru

Эффективность применения инновационных технологий в организации практической подготовки

В статье рассматривается эффективность создания сетевой площадки в качестве механизма, обеспечивающего качество обучения, позволяющего внедрять инновационно-практическую деятельность в учебный процесс, развивая научный потенциал образовательных учреждений, как в среднем профессиональном образовании, так и в учреждениях высшего профессионального образования.

Цель исследования направлена на производственную практику как на ступень подготовки высококвалифицированных специалистов в учебных заведениях средне- профессионального (СПО) и высшего образования (ВО), в том числе и в рамках сетевого взаимодействия.

Авторы, на базе своего практического опыта предлагают рассмотреть создание сетевой площадки на базе учебных заведений как проекта, ориентированного на получение профессий и специальностей, востребованных строительной отраслью с целью внедрения изобретательской, творческой идеи в процесс теоретического и практического обучения, а также успешной социализации подрастающего поколения.

При выполнении данной работы были использованы методы анализа, метод проектирования и метод практики.

Основным материалом статьи является модель сетевого взаимодействия «Школа – Колледж – Университет – Предприятие», которая позволяет образовательным учреждениям не только выживать, но и динамично развиваться, гибко адаптироваться к современным изменениям условий рынка труда, требованиям научно-технического прогресса и экономики государства. Для этого на базе учебных заведений создаются региональные сетевые площадки не только для практического обучения, но и проведения регионального чемпионата WorldSkills Russia.

Для формирования сетевой площадки образовательные учреждения должны установить деловое сотрудничество с потенциальными партнерами-работодателями, со школами города Пензы и Пензенской области. Создание сетевых центров в образовательных организациях является социальной инновацией и становится одной из приоритетных задач в области современного образования

Система дистанционного образования в форме электронной образовательной среды, внедренная в Пензенском государ-

ственном университете архитектуры и строительства, даёт возможность студентам очной и заочной формы обучения самостоятельно изучать необходимую часть материала и также дистанционно (в форме тестов или интернет-диалога) проводить самоаттестацию и аттестацию по изучаемым дисциплинам. Выпускники, имеющие среднее профессиональное образование и поступившие в вуз, имеют незначительный, но уже практический опыт работы по специальности, и определенную базу знаний. Интерактивные электронной образовательной среды вуза дают возможности получать необходимую информацию в удобное время и в любом месте (на строительной площадке в свободное от работы время и т.п.) и возвращаться к учебному материалу неоднократно. Богатый опыт преподавателей вуза позволил разработать необходимую документацию по всем направлениям подготовки, учитывая результаты научных исследований и опыта применения на практике.

По результатам выполненных исследований в статье представлены данные, позволяющие преподавателям и студентам осуществлять (во время прохождения учебной и производственной практики) и совершенствовать профессиональную деятельность выпускника, расширять область познаний, а также формировать инновационный потенциал образовательных учреждений. В рамках реализации программы создания региональной сетевой площадки ведётся работа по разработке и внедрению механизмов государственного заказа на подготовку кадров, по расширению форм и методов, стимулирующих достижение высоких результатов обучающихся.

В заключении можно отметить, что сетевое взаимодействие позволяет преодолеть закрытость учреждений разного уровня, осуществлять сотрудничество на правах партнёрства, выстраивать прочные и эффективные связи при подготовке высококвалифицированных специалистов.

Ключевые слова: сетевое взаимодействие, сетевая площадка, инновационные технологии обучения, дистанционное обучение, открытое образование, учреждение среднего профессионального образования, учреждение высшего профессионального образования, социальные партнеры, учебная практика, производственная практика

Nelli I. Taraseeva¹, Oksana V. Baulina²

¹ Penza State University of Architecture and Construction», Penza, Russia

² Penza College of Architecture and Construction, Penza, Russia

Efficiency of application of innovative technologies in the organization of practical training

The article discusses the effectiveness of creating a network site as a mechanism to ensure the quality of training, allowing to introduce innovative and practical activities in the educational process, developing the scientific potential of educational institutions, both in secondary vocational education and in institutions of higher professional education.

The purpose of the study is aimed at practical training both at the stage of training highly qualified specialists in secondary vocational schools (SVS) and higher education (VO), including through networking.

The authors, on the basis of their practical experience, propose to consider the creation of a network site based on educational institutions as a project oriented towards obtaining professions and specialties demanded by the construction industry with the aim of introducing an inventive, creative idea into the process of theoretical and practical training, as well as successful socialization of the younger generation.

When performing this work, analysis methods, design method and practice method were used.

The main material of the article is the School-College-University-Enterprise network interaction model, which allows educational institutions not only to survive, but also to develop dynamically, flexibly adapting to modern changes in the labor market conditions, the requirements of scientific and technological progress and the state economy. For this purpose, regional network sites are being created on the basis of educational institutions not only for practical training, but also for holding the WorldSkills Russia regional championship. To form a network site, educational institutions should establish business cooperation with potential employer partners, with schools in the city of Penza and the Penza region. The creation of network centers in educational organizations is a social innovation and becomes one of the priorities in the field of modern education.

The distance education system in the form of an electronic educational environment, introduced at the Penza State University of Architecture and Construction, enables full-time and part-time students to independently study the necessary part of the material and also remotely (in the form of tests or online dialogue) to carry out self-certification and certification for the disciplines studied. Graduates with a secondary vocational education and enrolled in a higher education institution have an insignificant, but already practical work experience in their specialty, and a certain knowledge base. Interactive capabilities of the electronic educational environment of the university make it possible

to obtain the necessary information at a convenient time and in any place (on the construction site during free time from work, etc.) and return to the training material several times. The rich experience of university professors allowed developing the necessary documentation in all areas of training, taking into account the results of scientific research and practical experience.

According to the results of the research, the article presents data that allows teachers and students to carry out (during the training and work experience) and improve the graduate's professional activities, expand the field of knowledge, and also shape the innovative potential of educational institutions. As part of the program to create a regional network site, work is underway to develop and implement mechanisms for the state order for personnel training, to expand the forms and methods that encourage students to achieve high results.

In conclusion, it can be noted that network interaction allows to overcome the closeness of institutions of different levels, to carry out cooperation on the rights of partnership, to build strong and effective communication in the preparation of highly qualified specialists.

Keywords: network interaction, network platform, innovative technologies of training, distance learning, open education, secondary vocational education institution, institution of higher professional education, social partners, educational practice, work practice

Введение

Производственная практика студентов в не зависимости от уровня учебного заведения является важнейшей частью подготовки высококвалифицированных специалистов как в учебных заведениях средне-профессионального (СПО), так и высшего образования (ВО) и входит в состав основной образовательной программы подготовки специалистов среднего и высшего профессионального звена.

Эффективность применения инновационных технологий в учебном процессе при изучении теоретического курса и использование приобретенных практических навыков позволяет студентам заниматься проектной деятельностью, как в рамках учебных занятий, так и в свободное время на занятиях научных кружков и технического творчества, что способствует всестороннему развитию будущих специалистов. Отсюда, **основной задачей исследования является** процесс внедрения сетевого взаимодействия между учебными образовательными учреждениями города на базе создаваемых региональных площадок в зависимости от направления обучения.

Международное научно-техническое сотрудни-

чество и проводимая преподавателями и студентами научно-исследовательская и проектная деятельность внутри образовательного учреждения позволяют охватить следующие направления и виды работ:

– совместное (студент – преподаватель – производитель) проведение исследований и разработка проектов, направленных на совершенствование образования: информационно-коммуникационное обеспечение, программно-методическое оснащение, академическую мобильность;

– поставка и реализация научно-технической продукции, «ноу-хау» и других объектов интеллектуальной собственности, не только на территории Пензенской области, но и по всей России;

– чтение лекций, обмен образовательными программами, непосредственно используя аудиторный фонд и способ подачи учебной информации, но также и дистанционно, используя электронную образовательную среду учебного заведения;

– взаимный обмен, подготовка и стажировка научных, педагогических кадров, студентов, используя возможности открытого образования;

– проведение совместных международных конференций и семинаров, деловых встреч; совместные публикации по результатам проведенных исследований [1].

При исследовании **современного состояния проблемы** разными источниками, наблюдается быстрый рост предпринимательских структур, который вызывает повышение спроса на специалистов высшего и среднего профессионального образования. Чтобы выпускники были максимально приближены к современным условиям рынка труда, новым требованиям должны соответствовать и технологии обучения по профильной специальности.

Актуальность проблемы исследования заключается в развитии образовательных учреждений как региональных сетевых площадок для создания среды обучения подростков и переподготовки кадров путем развития субъектов образования.

Развитие образовательного процесса предполагает переход его в новое состояние, и **решает проблему** с дефицитом кадров по новому, учитывая современные технологии, возможности получения информации с помощью средств коммуникации, т.е. дистанци-

онно [2, 3]. Студент закрепляет знания, умения и навыки на практике (учебной, технологической, производственной), создаёт проекты, тем самым вовлекается в самостоятельную работу, что дает возможность развития не только как специалиста в области профессиональной деятельности, но и в области экономики и предпринимательства.

Основным направлением исследовательской деятельности авторов данной статьи является разработка проектов для формирования творчества у студентов и преподавателей по изучению инфраструктуры и функционирования образовательных учреждений, в том числе при организации практик [4].

1. Сетевая площадка как элемент инновационных технологий при организации практической подготовки обучающихся

Основные цели и задачи

Обеспечить высокое качество обучения – это основная и первостепенная задача, стоящая перед каждым образовательным учреждением. При её решении колледж или университет сталкивается с двумя проблемами: изменение содержания обучения и организации учебной деятельности студентов. Одним из механизмов, позволяющих улучшить качество подготовки высококвалифицированных специалистов, является внедрение инновационной деятельности в образовательный процесс, а это требует развивать потенциал образовательного учреждения, включая элементы адаптации к нарождающемуся в России информационному обществу [5, 6].

Сетевое взаимодействие – современная высокоэффективная инновационная технология, которая позволяет образовательным учреждениям не только выживать, но и динамично развиваться, гиб-

ко адаптироваться к современным изменениям условий рынка труда, требованиям научно-технического прогресса и экономики государства.

Для формирования сетевой площадки образовательные учреждения должны установить деловое сотрудничество с потенциальными партнерами-работодателями, со школами города Пензы и Пензенской области. Создание сетевых центров в образовательных организациях является социальной инновацией и становится одной из приоритетных задач в области современного образования [7, 8].

Основной целью сетевой площадки в профессиональной образовательной среде является создание благоприятной и безопасной среды для роста и развития всех субъектов образования, достижение которой обеспечивается путем решения следующих задач:

1. Создание системы защиты, помощи и обеспечения гарантий, прав и интересов участников образовательного процесса.

2. Создание, с использованием процедуры медиации, системы профилактической и коррекционной работы со студентами и сотрудниками образовательных и производственных организаций (потенциальных работодателей).

3. Внедрение новых форм, методов и технологий работы на всех этапах взаимодействия «студент – преподаватель (учебное заведение) – работодатель (предприятие)».

4. Интеграция метода медиации в образовательный процесс и систему воспитания обучающихся.

5. Повышение эффективности социальной, психологической и юридической помощи студентам и вовлеченным в процесс подготовки специалистов организациям сетевого взаимодействия [9, 10].

6. Повышение квалификации профессорско-препо-

давательского состава образовательных учреждений по вопросам применения процедуры медиации в повседневной педагогической практике в качестве инновационного метода решения споров и предотвращения конфликтных ситуаций.

7. Развитие международного сотрудничества при организации практик, стажировок, углубленного изучения дисциплин специализации.

В целях ориентирования молодежи на получение профессий и специальностей, востребованных строительной отраслью, успешной социализации подрастающего поколения в Пензенской области реализуется эксперимент по отработке моделей сетевого взаимодействия (сетевые площадки) учреждений общего, среднего профессионального и высшего образования [4].

Эксперимент предусматривает:

– подготовку и раннюю профессиональную ориентацию учащихся общеобразовательных школ;

– подготовку учащихся общеобразовательных учреждений на базе учреждений профессионального образования с выдачей соответствующих документов (свидетельство об уровне квалификации) к профессиональной деятельности или продолжению обучения в высшем учебном заведении;

– создание инженерных классов в вузе для учеников школ 5–10 классов;

– подготовку специалистов в области организации инновационной строительной деятельности;

– подготовку и обучение высокопрофессиональных управленческих кадров – организаторов для центров высоких строительных технологий.

Далее представлен практический опыт реализации эксперимента на примере учебных заведений строительной направленности г. Пензы:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (далее, ПГУАС), Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Пензенской области «Пензенский колледж архитектуры и строительства» (ПКАС).

Опыт колледжа

В рамках этой деятельности в ПКАС проводится работа по привлечению наиболее подготовленной молодежи в специализированные дистанционные группы по углубленному изучению дисциплин строительного профиля и освоение профессии «Сантехник», «Облицовщик плиточник». В 2018 году колледж стал участником региональной проектной площадки по теме сетевое взаимодействие «Школа-колледж-предприятие». Проект интегрирует ресурсы и создает студентам возможности выбора вида, профиля, уровня, формы и способа получения образования [7, 11].

Создание сетевой площадки, по мнению авторов, позволяет:

1. Более полно удовлетворить потребность в качественных профессиональных образовательных услугах, при этом создать систему развития инновационного потенциала личности, успешной ее адаптации в социуме.

2. Внедрить рыночные регуляторы в систему образования, повысить ее гибкость, согласовать спрос и предложение на образовательные услуги, сократить зоны неэффективности и устранить структурные диспропорции на рынке труда, оптимизировать имеющиеся ресурсы; сбалансировать процесс подготовки кадров в соответствии с финансовыми возможностями.

3. Создать постоянно действующие стажировочные

площадки, направленные на привлечение педагогов и обучаемых к формированию навыков инновационного предпринимательства.

В рамках реализации программы создания региональной сетевой площадки ведётся работа по разработке и внедрению механизмов государственного заказа на подготовку кадров, расширению форм и методов, стимулирующих достижение высоких результатов обучающихся в учреждениях профессионального образования, в том числе и методы дистанционного обучения [12, 13].

Работа сетевой площадки колледжа направлена на создание пропаганды образа молодого рабочего и специалиста. С этой целью:

- активно используются разнообразные формы профориентационной работы: акции, экскурсии, квесты, конкурсы, круглые столы, он-лайн конференции, Дни открытых дверей, выступления на родительских собраниях в учреждениях общего среднего образования;

- ежедневно обновляется новостной раздел сайта учебного заведения;

- в целях рекламы и для продвижения колледжа на рынке образовательных услуг активно используются возможности IT-технологий, потенциал интернет-ресурсов, теле- и радиостудии, СМИ;

- выпускаются буклеты, календари, флаеры, листовки;

- на базе отделения создаются профессиональные консультационные пункты с целью проведения профдиагностики (профессиональные пробы), оказания помощи студентам в профессиональном самоопределении;

- организуются выставки технического творчества с приглашением учащихся учреждений общего среднего образования, колледжей города и области;

- функционирует и развивается музей, в котором нахо-

дятся экспозиции с работами выпускников, достигших профессиональных успехов;

- с целью формирования ценностных профессиональных ориентиров проводятся мастер-классы с привлечением обучаемых среднего специального образования, мастеров производственного обучения;

- организованы кружки технического и декоративно-прикладного творчества для учащихся общего среднего образования;

- организуются и проводятся мероприятия, нацеленные на формирование преемственности поколений, отражающих роль и значимость семейных династий в достижении вершин профессионального мастерства.

Опыт вуза

Выпускники колледжа имеют возможность продолжить обучение в строительном университете, который также имеет свои традиции в обучении и подготовки высококвалифицированных специалистов, но при этом вносит корректировки в организацию действующей системы. Этому способствует электронная образовательная система (<http://do.pguas.ru/>), с помощью которой обучающийся, находящийся на расстоянии от учебного заведения (например, во время прохождения практики или при очно-заочной / заочной форме обучения) получает возможность знакомиться с систематизированным преподавателями теоретическим материалом в удобное для него время, а также выбирать место прохождения практики для приобретения профессиональных умений и навыков.

Пензенский ГУАС в рамках инженерных классов, ярмарки ученических мест и т.п. регулярно организует и проводит встречи с потенциальными абитуриентами (старшеклассниками МБОУ СОШ,

обучающимися СПО). Которые позволяют школьникам, учащимся выбрать для себя направление творческого и профессионального развития, возможно новое, отличное от предложенного родителями или друзьями [14, 15].

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства уделяет большое внимание индивидуальной работе со студентами и выпускниками, используя, в том числе, дистанционные методы, например, проводится интервьюирование соискателей и информационно-профилактическая работа по вопросам желаемой сферы деятельности. Консультации включают индивидуальные рекомендации по правильной подаче своих личностных и профессиональных качеств. Студенты и выпускники вуза, желающие трудоустроиться, лично обращаются в Центр за консультациями, составляют резюме, которое располагается в базе ЦПСиСТВ и предоставляется заинтересованным работодателям.

Сотрудничество с предприятиями и организациями, выступающими в качестве баз для проведения практик студентов, и работодателями для последующего трудоустройства выпускников проходит в форме непосредственных встреч, а также интернет-общение посредством социальных сетей и участие в бизнес-симуляции, бизнес-тренингах [16].

Проводится мониторинг рынка труда и рынка образовательных услуг с учетом современных социально-экономических особенностей.

Проведение комплексного консультирования студентов и выпускников университета в форме мастер-классов по вопросам составления резюме, планирования карьеры, существующих технологий поиска работы, самопрезентации, специфики прохождения собеседования.

Результаты создания сетевых площадок

Как мы видим, при сетевом взаимодействии происходит не только распространение инновационных разработок, также идет процесс диалога между образовательными учреждениями разного уровня (школа, СПО, вуз), процесс отражения в них опыта друг друга, отображение технологических процессов, которые происходят в системе образования в целом [17, 18].

Результатами создания сетевых площадок с целью повышения качества деятельности учреждений образования являются:

- оптимизация образовательного пространства региона (города, муниципального образования);
- получение необходимых для организации ресурсов (кадровых, материально-технических, информационных) без привлечения дополнительных финансовых средств [14];
- расширение круга общения участников образовательного процесса.
- привлечение узких специалистов разного профиля для реализации образовательных программ по направлениям подготовки;
- расширение профессионального сотрудничества и диалога с профессиональным сообществом и обществом в целом, апробирование инновационных моделей управления качеством, стимулирование процесса самообразования педагогов;
- повышение скорости освоения и переработки информации, необходимых для освоения сетевого взаимодействия, освоение новых информационных технологий, используя дистанционное образование [15];
- повышение статуса учреждения, использование возможностей учреждений-партнеров, повышение конкурентоспособности;

- возможность представления результатов образовательной деятельности на различных уровнях;

- построение траекторий индивидуального развития обучающихся, организация социальных практик;

- возможность организации рабочих мест для подростков;

- рост профессионального мастерства педагогических и управленческих работников учреждения;

- формирование системы мониторинга эффективности образовательных сетей.

2. Методика реализации сетевого взаимодействия и дистанционного образования на примере учебных заведений строительной направленности г. Пензы

В методическом отношении работа по сотрудничеству включает в себя подготовку и обеспечение совместных тематических мероприятий, проводимых силами преподавателей профессиональных образовательных учреждений на базе школы или предприятия (мультимедийные презентации, памятки для слушателей, наглядные пособия). Так, например, на базе учреждений среднего профессионального образования практикуется получение школьниками профессии в параллели с получением основного общего образования или среднего полного общего образования. В процессе обучения участвуют преподаватели школ, колледжей, вузов, а также ведущие работники предприятий.

В рамках сетевой площадки «школа – образовательные учреждения СПО и ВО – предприятие» учащиеся получают профессию по программе профессиональной подготовки [19]. Положительный результат профориентационной работы в том, что занятия в колледже и инженерных классах вуза помогают учащимся утвердиться

(или напротив – усомниться) в правильности выбора будущей специальности или профессии.

Основа обучения по модели (рис. 1) «школа – образовательные учреждения СПО и ВО – предприятие (работодатель)» состоит в организации единого образовательного пространства на основе интеграции содержания среднего (полного) общего и среднего профессионального образования путем сетевого взаимодействия общеобразовательных учреждений, и учреждений среднего профессионального и высшего образования.

В высших учебных заведениях сетевой площадкой для учащихся, студентов колледжей являются лаборатории вуза и предприятия города на период прохождения практики. Часто возникают трудности выбора профессии, когда ложно сформировавшаяся модель будущей деятельности сталкивается с реальностью. Именно поэтому учебная практика на базе лабораторного комплекса ФГУП ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» формирует устойчивую мотивацию к выбору направления профессиональной деятельности и создает условия для погружения в профессию.

Мобильный в плане информационно-коммуникационного общения Центр прак-

тики студентов и содействия трудоустройству выпускников (ЦПСиСТВ) ПГУАС информирует через социальные сети и при личном обращении о состоянии рынка труда, вакантных местах в г. Пензе, Пензенской области и других регионах. До соискателей доводится подробная информация об интересующей должности (вакансии) (трудоустройство официальное / неофициальное, условия и оплата труда, возможности предоставления жилья и т.п.) и самом работодателе (специфика деятельности, расположение, перспективы развития) [18].

Интеграция в науке, технике и образовании, связанная с научно-техническим прогрессом, привела к взаимодействию и органической связи этих составляющих, причем опережающая роль науки определяет содержание образования (среднего и высшего), а производство задает ту его составляющую, которая определяет конкурентоспособного на рынке труда специалиста (выпускника). Процесс интеграции захватывает и преобразует все уровни образования, систему и инфраструктуру науки и производства.

Новые требования, предъявляемые к выпускнику средних профессиональных учебных заведений, обуславливают специфику совершенствования

и развития учебного процесса образовательных организаций: на современном этапе – определить основные тенденции, выявить инновационные процессы, осознать тренды, которые будут в первую очередь обусловлены особенностью развития экономических процессов в стране в целом и в регионе в частности, с учетом современного состояния рынка труда. Традиционно выпускники, имеющие среднее профессиональное образование в качестве базового и только затем получившие высшее образование на рынке труда ценятся выше, так как реальная ориентация на обучение ремеслу, ориентир на практику позволяют таким людям знать более выгодную сферу своей профессиональной деятельности и успешно развиваться в будущем. Поскольку выпускники системы СПО знакомы с профессией с практической стороны, то могут и умеют работать не только в теории, но и на практике.

В связи с этим, система дистанционного образования в форме электронной образовательной среды, внедренная в строительном университете г. Пензы, даёт возможность студентам очной и заочной формы обучения самостоятельно изучать необходимую часть материала и также дистанционно (в форме тестов или интернет-диалога) проводить самоаттестацию и аттестацию по изучаемым дисциплинам. Выпускникам СПО, поступившим в вуз (некоторые ещё и после срочной службы в армии), сложно усидеть за партами в вузе, по сравнению со вчерашними школьниками. Имея среднее профессиональное образование, пусть и незначительный, но уже практический опыт работы по специальности, и определенную базу знаний, при получении высшего образования для перспектив и карьерного роста, интерактивные возможности электронной



Рис. 1. Модель сетевого взаимодействия «школа – образовательные учреждения СПО и ВО – предприятие»

образовательной среды вуза дают возможность получать необходимую информацию в удобное время и в любом месте (на строительной площадке в свободное от работы время и т.п.) и возвращаться к учебному материалу неоднократно. Богатый опыт преподавателей вуза позволил разработать необходимую документацию по всем направлениям подготовки, учитывая результаты научных исследований и опыта применения на практике.

Продолжение исследовательской и проектной деятельности на уроках производственного обучения необходимо, так как современные условия и темпы жизни, а также развитие технологий требуют нового подхода в решении заданной проблемы [12]. Занятость молодёжи, формирование у неё творческого мышления, дизайнерских способностей, технической смекалки, закладывает основу для того, чтобы заниматься в дальнейшем научной, исследовательской и предпринимательской деятельностью, что способствует решению социально значимых вопросов. Привлечение студентов к исследовательской деятельности с самого начала обучения помогает им выбрать работу по душе.

Заключение

Для подготовки специалистов инженерных профессий необходимо формировать знания на междисциплинарной основе, при этом важным становится применение прикладных умений и навыков [20]. Внедрение стандартов четвертого поколения позволяет создавать образовательные программы, практико-ориентированность которых активно набирает обороты при сотрудничестве и партнерстве с работодателем, с бизнесом.

Студенты, поступившие в ВУЗ после окончания СПО, имеют уже определённый на-

бор знаний, умений и навыков по выбранной профессии и специальности. Рассмотрим неразрывную связь продолжения обучения студента колледжа в вузе на примере специальности 08.02.05 «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов».

По ФГОС ТОП 50 студенты изучают пять модулей, включающих в себя учебную практику, практику по профилю специальности и преддипломную практику. После окончания обучения им присваивается квалификация техник. Все обучение в колледже является основой для дальнейшего обучения в вузе и многие студенты имеющие диплом СПО учатся и работают, повышая свой уровень квалификации и поднимаясь на ступень выше как в саморазвитии, так и в карьере. Поэтому организация практик в вузе нацелена на повышение их профессионального уровня и мастерства с учетом изменений технологий (научно-технического прогресса). Учебная практика по специальности направлена на формирование у студентов умений, приобретение практического опыта и реализуется в рамках образовательной программы профессионального обучения по основным видам профессиональной деятельности для освоения общих и профессиональных компетенций по выбранной специальности.

Возвращаясь к специальности СПО «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов», можно сказать, что, будучи студентами колледжа они изучали работу по следующим должностям: дорожный рабочий, техник. Прохождение учебной практики в университете для бакалавров направления 08.03.01 «Строительство» направленности «Автомобильные дороги» позволяет более углубленно изучить широкий спектр более высоких (по служебной лестнице) должностей,

имеющихся в штатном расписании дорожно-строительных организаций [14].

Особое значение уделяется производственной практике в вузе или практике по профилю специальности в СПО. Прохождение практики на производстве имеет цель комплексного освоения специальности студентами всех видов профессиональной деятельности. Во время прохождения практики студенты, обучающиеся по направлению «Автомобильные дороги», работают на следующих должностях:

– помощник или дублер мастера, начальника участка, прораба;

– рабочий изыскательской партии (при геодезических, геологических, гидрологических изысканиях);

– оператор асфальтобетонных и цементно-бетонных установок;

– машинист катка, грейдера, бульдозера, асфальтоукладчика и других дорожно-строительных машин;

– дорожный рабочий;

– лаборант или ассистент лаборанта в дорожной лаборатории;

– помощник инженера проектировщика и др.

Преддипломная практика является завершающим этапом обучения в рамках основной образовательной программы по профессии или специальности и допуском на защиту выпускной квалификационной работы.

Участие студента в практике контролируется руководителем от предприятия (производства) и университета (организации), что позволяет более наглядно оценить применимость научных познаний в практической деятельности.

В 2017 году Министерством образования РФ проведен конкурсный отбор среди учреждений среднего профессионального образования, внедряющих инновационные образовательные проекты, в

том числе по созданию региональной сетевой площадки на базе учреждений профессионального образования.

Таким образом, сетевое взаимодействие позволяет преодолеть закрытость учреждений разного уровня (колледж, университет), осуществлять сотрудничество на правах партнёрства, выстраивать прочные и эффективные связи не только между учреждениями, но и между пе-

дагогами, работающими над общими проблемами [1].

Результатом исследований статьи является получение достоверных данных, позволяющих на их основе осуществлять и совершенствовать профессиональную деятельность всех участников процесса подготовки высоко квалифицированных специалистов: непосредственно обучающихся, преподавателей и партнеров

учебного заведения. Такая система даёт возможность после окончания колледжа учащимся по целевому направлению поступить и продолжить обучение в ведущих вузах России и Пензенской области, а выпускникам университета – работать по специальности, имея умения и навыки, приобретенные за время прохождения практики на предприятиях работодателей.

Литература

1. Байбородова Л. В., Репина А. В. Организация сетевого взаимодействия образовательных учреждений при реализации инновационных проектов // Ярославский педагогический вестник. 2013. № 3. Том II.
2. Астанин С.В., Калашникова Т.Г. Разработка индивидуальной модели поведения обучаемого в системе дистанционного образования // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. 2001. № 5. С. 179–196.
3. Антонин М.А. Интерактивные методы обучения как потенциал личностного развития студентов // Психология обучения. 2010. № 12. С. 53–63.
4. Бартенев А.Н. Авторская мастерская как форма образовательной деятельности // Профессиональное образование. 2008. № 5. С. 14.
5. Вислобоков Н. Ю. Технологии организации интерактивного процесса обучения // Информатика и образование. 2011. № 6. С. 111–114.
6. Воронкова О. Б. Информационные технологии в образовании: интерактивные методы Ростов н/Д: Феникс, 2010. 315 с.
7. Об образовании в Российской Федерации. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 года № 273–ФЗ (ред. от 31.12.2014).
8. Осипов А.М., Карстанье П., Тумалев В.В., Зарубин В. Г. О социальном партнерстве в сфере образования // Социологические исследования. 2008. № 11. С. 108–115.
9. Ратникова Е.В. Диагностика типов профессионального мастерства преподавателя // Профессиональное образование. 2008. № 4. С. 10.
10. Рогожин С. А. Материально-техническое обеспечение учебного процесса – необходимое условие качества образования // Университетское управление: практика и анализ. 2004. № 4(32). С. 19–26.
11. Вульф В.Б.С. Словарь педагогических ситуаций. М.: Педагогическое общество России, 2001. 192 с.
12. Долгих М.Н., Мирсаетова А.А., Тесленко И.В. Тенденции развития государственно-частного партнерства в системе среднего профессионального образования Свердловской области [Электрон. ресурс] // Фундаментальные исследования. 2015. № 8 (2). С. 407–412. Режим доступа: www.rae.ru/fs/.
13. Путин В.В. О среднем профессиональном образовании в Санкт-Петербурге // ГлавСправ [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://edu.glavsprav.ru/spb/spo/journal/392/>.
14. Тесленко И.В. Формирование кадрового потенциала в соответствии с потребностями рынка труда на примере Свердловской области [Электрон. ресурс] // Фундаментальные исследования. 2014. № 12–2. С. 362–368. Режим доступа: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10005502.
15. Благов Е.Ю., Лешева И.А., Щербан С.А. Онтологический подход в практике образовательной деятельности: формирование траекторий индивидуального профессионального развития студентов // Открытое образование. 2018. №22(5). С. 26-39. DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-5-26-39>
16. Арай Ю.Н., Верховская О.Р., Клёмкина Т.Н. Обучение стратегии в бизнес-школах: современные вызовы // Вестник СПбГУ. Менеджмент. 2017. Т. 16. Вып. 2. С. 299–321.
17. Масляков Е.Г. Техническое творчество в системе среднего профессионального образования. М.: 2007.
18. Пряжников Н.С., Сергеев И.С. Досуговое самоопределение в системе профориентационной работы [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20959>.
19. Проблемы и перспективы развития образования: материалы VIII Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2016 г.). Краснодар: Новация, 2016. 277 с.
20. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 29.12.2017) «Об образовании в Российской Федерации».

References

1. Bayborodova L.V., Repina A.V. Organization of network interaction of educational institutions in the implementation of innovative projects. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik = Yaroslavl Pedagogical Journal*. 2013; 3. Vol. II. (In Russ.)
2. Astanin S.V., Kalashnikova T.G. Development of an individual model of student behavior in the system of distance education. *Perspektivnyye informatsionnyye tekhnologii i intellektual'nyye sistemy = Perspective information technologies and intellectual systems*. 2001; 5: 179–196. (In Russ.)
3. Antonin M.A. Interactive teaching methods as the potential of personal development of students. *Psikhologiya obucheniya = Psychology of learning*. 2010; 12: 53–63. (In Russ.)
4. Bartenev A.N. Author's workshop as a form of educational activity. *Professional'noye obrazovaniye = Professional education*. 2008; 5: 14. (In Russ.)
5. Vislobokov N.Yu. Technologies for organizing an interactive learning process. *Informatika i obrazovaniye = Computer Science and Education*. 2011; 6: 111–114. (In Russ.)
6. Voronkova O.B. *Informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii: interaktivnyye metody = Information technologies in education: interactive methods*. Rostov on Don: Phoenix; 2010. 315 p. (In Russ.)
7. *Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii. Federal'nyy zakon Rossiyskoy Federatsii ot 29 dekabrya 2012 goda № 273-FZ (red. ot 31.12.2014) = About education in the Russian Federation. Federal Law of the Russian Federation of December 29; 2012 No. 273-FZ (as amended on 12/31/2014)*. (In Russ.)
8. Osipov A.M., Karstan'ye P., Tumalev V.V., Zarubin V.G. On social partnership in the sphere of education. *Sotsiologicheskiye issledovaniya = Sociological Studies*. 2008; 11: 108–115. (In Russ.)
9. Ratnikova E.V. Diagnostics of types of teacher's professional skills. *Professional'noye obrazovaniye = Professional education*. 2008; 4: 10. (In Russ.)
10. Rogozhin P.A. Material and technical support of the educational process – a necessary condition for the quality of education. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz = University Management: Practice and Analysis*. 2004; 4(32): 19–26. (In Russ.)
11. Vul'fov B.Z. *Slovar' pedagogicheskikh situatsiy = Dictionary of pedagogical situations*. Moscow: Pedagogical Society of Russia; 2001. 192 p. (In Russ.)
12. Dolgikh M.N., Mirsayetova A.A., Teslenko partnership in the system of secondary vocational education in the Sverdlovsk region [Internet]. *Fundamental'nyye issledovaniya = Basic research*. 2015; 8 (2): 407–412. URL: www.rae.ru/fs/. (In Russ.)
13. Putin V.V. O srednem professional'nom obrazovanii v Sankt-Peterburge. *GlavSprav = On secondary vocational education in St. Petersburg. GlavSprav* [Internet]. URL: <http://edu.glavsprav.ru/spb/spo/journal/392/>. (In Russ.)
14. Teslenko I.V. Formation of personnel potential in accordance with the needs of the labor market on the example of the Sverdlovsk region [Internet]. *Fundamental'nyye issledovaniya = Basic research*. 2014; 12–2: 362–368. URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10005502. (In Russ.)
15. Blagov E.Yu., Leshcheva I.A., ShCherban S.A. The ontological approach in the practice of educational activities: the formation of the trajectories of individual professional development of students. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2018; 22(5): 26–39. DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-5-26-39> (In Russ.)
16. Aray Yu.N., Verkhovskaya O.R., Klëmina T.N. Learning strategies in business schools: modern challenges. *Vestnik SPbGU. Menedzhment. = SPbSU Bulletin. Management*. 2017; Vol. 16. Iss. 2: 299–321. (In Russ.)
17. Maslyakov E.G. *Tekhnicheskoye tvorchestvo v sisteme srednego professional'nogo obrazovaniya = Technical creativity in the system of secondary vocational education*. Moscow: 2007. (In Russ.)
18. Pryazhnikov N.S., Sergeev I.S. Leisure self-determination in the system of career guidance [Internet]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2015; 4. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20959>. (In Russ.)
19. Problems and prospects of development of education: materials of the VIII International. scientific conf. (Krasnodar, February 2016). Krasnodar: Novation; 2016. 277 p. (In Russ.)
20. *Federal'nyy zakon ot 29.12.2012 N 273-FZ (red. ot 29.12.2017) «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii» = Federal Law of 29.12.2012 N 273-FZ (as amended on 29.12.2017) “On education in the Russian Federation”* (In Russ.)

Сведения об авторах

Нелли Ивановна Тарасеева

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия
Эл. почта: tnelly77@mail.ru*

Оксана Владимировна Баулина

*Пензенский колледж архитектуры и строительства, Пенза, Россия
Эл. почта: oksana1091978@rambler.ru*

Information about the authors

Nelli I. Taraseyeva

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia
E-mail: tnelly77@mail.ru*

Oksana V. Baulina

*Penza College of Architecture and Construction, Penza, Russia
E-mail: oksana1091978@rambler.ru*

Система открытого образования в подготовке управленческих кадров в сфере цифровой экономики

Цель исследования. Предлагается методология в системе открытого образования по формированию уровней моделей компетенций управленческих кадров в сфере цифровой экономики.

Материалы и методы. Цифровая трансформация является общегосударственной задачей. Она становится результативной, если ее принципы и технологии внедряются на всех уровнях государственного управления и во многом зависит от компетенций в этой сфере управленческого аппарата, как федерального, так и региональных уровней.

Система открытого образования базируется на широко-масштабных технологиях дистанционного обучения, одновременно охватывая огромный контингент обучающихся, и направлена на личностно-ориентированное обучение и компетентностный подход. Поэтому она является наиболее эффективной методологией подготовки т. к., с одной – стороны связана с синергетическими подходами и моделями, а с другой – может стать общегосударственной основой по формированию компетенций управленческого аппарата, как федерального, так и региональных уровней в сфере цифровой трансформации.

В течение последних лет в европейских странах на основе единой системы квалификаций (ЕСК) происходит активная разработка национальных систем квалификаций (НСК), направленных на упорядочение существующего разнообразия форм образования и обучения. Каждому уровню соответствует свой набор компетенций. Для формирования сфер компетенций в цифровой экономике для каждого уровня управления предлагается модель «Основы эффективного лидерства», которую активно используют в различных странах.

Компетентностные уровни формируются посредством широко-масштабного образовательного процесса в системе открытого образования, которые, в свою очередь, определяются на основе знаний, умений и навыков, включающих в себя личностные и профессиональные результаты. Таким образом, каждый уровень описывается в терминах результатов, которые можно сопоставить с системой квалификаций.

Результаты. Показано, что необходимыми элементами конкурентоспособной цифровой трансформации и формирующегося информационного общества являются:

1. Модель цифровых компетенций управленческих кадров, охватывающая рассмотренные роли с вариантами, относящимися к различным областям деятельности.

2. Цифровая среда деятельности управленческих кадров – инфраструктура и сквозные цифровые технологии, которые поддерживают стратегии информационного общества и цифровой экономики, обеспечивая реализацию цифровых компетенций.

3. Система сертификации цифровых компетенций, обеспечивающая конкурентоспособность трудовых ресурсов и управляемость ими в рамках цифровой трансформации.

Рассмотрены компетенции управленческих кадров в сфере цифровой экономики с их группировкой на функциональные блоки.

Проведен анализ квалификационных уровней управленческих компетенций в сфере цифровой трансформации, а также базовые понятия, которыми должны обладать управленческие кадры.

Предложены принципы формирования учебных модулей в системе открытого образования по формированию уровней моделей компетенций управленческих кадров в сфере цифровой экономики.

Заключение. В современных условиях особую значимость приобретают вопросы повышения эффективности управления государственными органами и организациями на основе максимальной интеграции образования и цифровой экономики. С учетом вышесказанного можно констатировать, что методология и технологии открытого образования являются чрезвычайно ценными инструментами повышения качества управленческой деятельности в экономике и социальной сфере цифровой трансформации государственного управления.

Ключевые слова: цифровая экономика, управленческие компетенции, цифровая среда деятельности управленческих кадров, компетентностные уровни цифровой экономики, технологический сценарий учебных материалов

Leonid P. Gancharik

The Academy of Public Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Open Education System in Management Training in the Digital Economy

Purpose of the study. The proposed methodology in the open education system for the formation of level models of managerial competencies of managerial personnel in the digital economy.

Materials and methods. Digital transformation is a nationwide task. It becomes effective if its principles and technologies are implemented at all levels of government and depends largely on the competences in this area of the administrative apparatus, both at the federal and regional levels.

The open education system is based on large-scale distance learning technologies, at the same time covering a huge contingent of students, and is aimed at student-centered learning and competence-based

approach. Therefore, it is the most effective methodology for training, on the one hand related to synergetic approaches and models, and on the other, it can become the national basis for the formation of managerial competencies of the administrative apparatus, both federal and regional levels in the field of digital transformation.

In recent years, European countries have been actively developing national qualifications systems (NQFs), based on a unified qualifications system (ESC), aimed at streamlining the existing diversity of education and training. Each level has its own set of competencies. For the formation of areas of competence in the digital economy for each level of management, the model "Basics of effective leadership"

Образовательная среда

is proposed, which is actively used in various countries.

Competence levels are formed through a large-scale educational process in an open education system, which, in turn, are determined on the basis of knowledge and skills, including personal and professional results. Thus, each level is described in terms of results that can be compared with the qualifications system.

Results. It is presented that the necessary elements of a competitive digital transformation and an emerging information society are:

1. A model of digital competence of managerial personnel, covering the considered roles with options related to different areas of activity.
2. The digital environment of management personnel - infrastructure and end-to-end digital technologies that support the strategies of the information society and the digital economy, ensuring the implementation of digital competencies.

3. The system of certification of digital competencies, ensuring the competitiveness of the workforce and their controllability in the framework of the digital transformation.

The competencies of management personnel in the digital economy with their grouping into functional blocks are considered.

The analysis of the qualification levels of managerial competencies in the field of digital transformation, as well as the basic concepts that managerial personnel should have.

The principles of the formation of educational modules in the system of open education on the formation of level models of managerial competencies of managerial personnel in the digital economy are proposed.

Conclusion. In modern conditions, the issues of improving the management efficiency of state bodies and organizations on the basis of maximum integration of education and the digital economy are of particular importance. Considering the above, it can be stated that the methodology and technologies of open education are extremely valuable tools for improving the quality of management in the economy and the social sphere of the digital transformation of public administration.

Keywords: digital economy, managerial competencies, digital environment for the activities of management personnel, competence levels of the digital economy, technological scenario of educational materials

Введение

Цифровая трансформация в современных условиях является общегосударственной задачей. Президент РФ Владимир Путин, выступая на Петербургском международном экономическом форуме (ПМЭФ-2017) сказал, что «предстоит решить задачу национального уровня — добиться всеобщей цифровой грамотности и для этого следует серьезно усовершенствовать систему образования на всех уровнях — от школы до высших учебных заведений, и, конечно, развернуть программы обучения для людей самых разных возрастов».

Цифровая трансформация становится эффективной, если ее принципы и технологии внедряются на всех уровнях государственного управления и во многом зависит от компетенций в этой сфере управленческого аппарата, как федерального, так и региональных уровней [16]. Современные системы государственного управления представляют собой комплекс, развитие которого происходит в условиях постоянного возрастания степени наукоемкости информационной инфраструктуры и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [19]. Управление наукоемкими системами, обеспечение их эффективного функциониро-

вания предъявляет к управленческим кадрам и государственным служащим повышенные требования в области освоения современных методов управления, использования информационных систем, методов постановки и решения задач управления [1, 2].

Система открытого образования базируется на ширококомасштабных технологиях дистанционного обучения, одновременно охватывая огромный контингент обучающихся, и направлена на личностно-ориентированное обучение и компетентностный подход. Поэтому она является наиболее эффективной методологией подготовки, с одной стороны связанной с синергетическими подходами и моделями, а с другой — может стать общегосударственной основой по формированию компетенций управленческого аппарата, как федерального, так и региональных уровней в сфере цифровой трансформации [11].

В течение последних лет в европейских странах на основе единой системы квалификаций (ЕСК) происходит активная разработка национальных систем квалификаций (НСК), направленных на упорядочение существующего разнообразия форм образования и обучения. Каждому уровню соответствует свой набор компетенций. Для формирования сфер компетенций в цифровой

экономике для каждого уровня управления предлагается модель «Основы эффективного лидерства», которую активно используют в различных странах [7].

Компетентностные уровни формируются посредством ширококомасштабного образовательного процесса в системе открытого образования, которые, в свою очередь, определяются на основе знаний, умений и навыков, включающих в себя личностные и профессиональные результаты. Таким образом, каждый уровень описывается в терминах результатов, которые можно сопоставить с системой квалификаций [8].

Основная часть

Информационно-технологические нововведения в управлении имеют комплексный характер, связаны с одновременным и согласованным использованием информационных, организационных, правовых, социально-психологических, кадровых, технических и многих других факторов. Все это требует комплексного подхода, качественного изменения как системы работы с информацией, так и функциональной структуры управления, состава и структуры всей управленческой деятельности, характера и построения управленческих отношений [13].

Базовым объектом цифровой трансформации является человек, формирующий человеческий капитал в виде трудовых ресурсов, знаний, умений и компетенций — ключевых элементов процесса перехода к информационному обществу [9, 10]. Можно рассматривать следующие роли человека в цифровой среде:

— пользователь цифровых технологий, адаптированный к возможностям и ограничениям цифровой экономики, постоянно использующий ее блага и обучающийся новым функциональным приложениям, формирующий свою цифровую жизненную среду, обеспечивающий постоянную трудоспособность и повышающий интеллектуальный уровень;

— управленец, ответственно и эффективно реализующий возможности электронной демократии, электронного правительства и государства, цифрового медиапространства;

— потенциальный и сегодняшний управленец, обладающий необходимыми компетентностями для обучения и профессиональной деятельности в условиях цифровой трансформации (включая производственную и непроизводственную сферы, образование, культуру, исследования, оборону, безопасность и управление), обращающийся в своей деятельности к цифровой среде, цифровым технологиям и инструментам, информационным ресурсам [1, 3];

— создатель и участник будущих сквозных цифровых технологий, инструментария и информационных ресурсов.

Необходимыми элементами учебного процесса в системе открытого образования в сфере цифровой трансформации являются [5, 6]:

1. Модель цифровых компетенций управленческих кадров, охватывающая рассмотренные роли с вариантами, относящимися к различным областям деятельности.

2. Цифровая среда деятельности управленческих кадров — инфраструктура и сквозные цифровые технологии, которые поддерживают стратегии информационного общества и цифровой экономики, обеспечивая реализацию цифровых компетенций.

3. Система сертификации цифровых компетенций, обеспечивающая конкурентоспособность трудовых ресурсов и управляемость ими в рамках цифровой экономики.

Целесообразно формировать компетенции управленческих кадров в сфере цифровой экономики в рамках следующих учебных блоков:

базовые компетенции — уверенное и эффективное использование технического и программного инструментария информационно-коммуникационных технологий, информационная грамотность;

социальные компетенции — способности выстраивать межкультурные сетевые коммуникации (социальные и профессиональные), использование технологий C2C, C2B, C2G;

образовательные компетенции — использование инструментария и возможностей открытого образования, формирование траекторий развития, индивидуальные профили компетенций, независимая оценка компетенций, управление проектами, интеллектуальное тестирование, соответствие профессиональным стандартам;

профессиональные компетенции — способности идентификации, описания и анализа проблем, применение профессиональных и сквозных информационных технологий, поиск и использование профессиональных информационных ресурсов;

управленческие компетенции — использование офисных технологий, контроллинга, юридических информационных систем системы поддержки

принятия решений и персонального ситуационного центра.

Система открытого образования направлена на личностно-ориентированное обучение, ситуационное моделирование и компетентностный подход. Поэтому исследования, направленные на разработку нелинейных технологий обучения, например, модульно-концентрических, параллельных [14, 15], рекурсивных и т.п., связанных с синергетическими подходами и моделями становятся всё более актуальными.

Задача системы открытого образования состоит в обеспечении возможности выстраивания множественных траекторий обучения, приводящих к получению конкретной квалификации и повышению квалификационного уровня, а также четких процедур официального признания полученных квалификаций [18]. В результате проведенных исследований предлагается методология формирования уровневой модели компетенций управленческих кадров в сфере цифровой экономики (таблица 1).

Кроме предлагаемых компетенций управленческие кадры должны знать и понимать базовые понятия цифровой трансформации, такие как: *crowd economy* (краудэкономика), *platform economy* (платформенная экономика), *фолксэкономия* (практика совместной категоризации информации) и т.д. [4].

Компетентностные уровни могут формироваться посредством образовательного процесса в системе открытого образования, которые, в свою очередь, определяются на основе знаний, умений и навыков, включающих в себя личностные и профессиональные результаты. Таким образом, каждый уровень описывается в терминах результатов, которые можно сопоставить с системой квалификаций [12].

Квалификационные уровни управленческих компетенций в сфере цифровой экономики

Управленческие компетенции в сфере цифровой экономики	Содержание управленческих компетенций в сфере цифровой экономики
Уровень руководящего состава предприятий, организаций, органов федерального и регионального управления	
Общее видение	1) Определение условий эффективного применения ИКТ. 2) Адаптация организационных структур к характеру и особенностям современных ИКТ.
Осведомленность о внешней обстановке	1) Информированность о законодательной базе и политике государства в сфере информатизации. 2) Понимание внешнего информационного воздействия на деятельность государственных органов и организаций. 3) Анализ глобализации экономики в информационном обществе.
Стратегическое мышление	1) Разработка эффективной стратегии, связанной с информатизацией. 2) Оценка проблемы информационной политики и стратегического планирования с учетом долгосрочной перспективы. 3) Определение целей и приоритетов информатизации с учетом потенциальных угроз.
Компетенции в сфере деятельности	1) Владение системой поддержки принятия решений класса Decision Support System (DSS). <i>Справочно: Основная концепция DSS – дать высшим управленческим кадрам инструментальные средства, необходимые для анализа важных блоков данных, проблемных ситуаций, объединяя данные, сложные аналитические модели в единую мощную аналитическую систему. DSS разработаны, чтобы предотвратить возможности решения слабоструктурированных и неструктурированных проблем.</i> 2) Владение основами цифровой экономики: – новая экономика XXI века; – технологии цифровой экономики; – рейтинги цифровой экономики; – парадигмы новой экономики для государства; – долгосрочный экономический рост государства в условиях цифровой экономики
Уровень руководителей крупных структурных подразделений предприятий, организаций, органов федерального и регионального управления	
Творческое мышление и инновации	1) Придание ИКТ статуса стратегического ресурса, чтобы получать наибольшую отдачу.
Управленческий контроль и координация	1) Привлечение ИКТ-службы к участию в принятии важных решений и формировании стратегии предприятия, организации, органа федерального и регионального управления. 2) Обеспечение согласованного взаимодействия информационных и производственных процессов для повышения эффективности их деятельности.
Финансовое управление	1) Осуществление связи финансирования ИКТ в соответствии с важными стратегиями, основными стоимостными факторами и повседневными деловыми процессами. <i>Справочно: Необходимо использовать при принятии решений анализ затрат и преимуществ, который обеспечит упорядоченность и систематичность. В качестве единственного критерия при разработке информационных систем не должно применяться только снижение стоимости. Принятые в организации или государственном органе подходы необходимо распространить на более определенные, поддающиеся количественному учету и важные стратегические решения. Необходимо выходить за рамки отдельных проектов, учитывая при разработке приложений и производственной архитектуры долгосрочные перспективы. Оценивать текущие расходы на ИКТ необходимо исходя из поставленных целей в области стоимости и обслуживания. Стремясь к постоянному обновлению, необходимо избегать крупных единовременных затрат на аппаратно-программное обеспечение.</i>
Компетенции в сфере деятельности	1) Владеть управляющими информационными системами класса Management Information Systems (MIS), которые обслуживают управленческий уровень, обеспечивая руководителей разного уровня отчетами, докладами с интерактивным доступом к текущей работе и архивным отчетам. <i>Справочно: MIS обслуживает функции планирования, управления и принятия решений на управленческом уровне. MIS суммирует результаты и докладывает результаты основных действий организации или органа государственного управления. MIS характеризуется следующими факторами:</i> – поддерживает структурированные и слабоструктурированные решения на управленческом уровне; – ориентирована на формирование отчетов и осуществления контроля. Разработана, чтобы помочь обеспечивать текущий учет действий и планирования; – учитывает общие данные и потоки данных; – имеет аналитические возможности; – помогает в принятии решений, используя прошлые и настоящие данные; – имеет скорее внутреннюю, чем внешнюю ориентацию. 2) Владение основами цифрового управления: – концепция электронного управления; – методики ООН рейтингов электронного управления; – блокчейн-управление; – перспективы цифрового управления.
Уровень руководителей подразделений предприятий, организаций, органов федерального и регионального управления	
Управление разнородным коллективом работников	1) Активное участие в принятии решений в области ИКТ. 2) Выработка совместных процедур принятия обоснованных решений руководителями подразделений и руководителем ИКТ-службы. 3) Создание условий для высокопроизводительной работы ИКТ-службы, включая материальное стимулирование для повышения производительности.

Управленческие компетенции в сфере цифровой экономики	Содержание управленческих компетенций в сфере цифровой экономики
Планирование и оценка	1) Разработка новых ИКТ-систем с разбивкой на этапы и установлением промежуточных целей (с интервалом, как правило, не больше шести месяцев), которые обеспечивают реальное продвижение в информатизации. 2) Использование стандартного и проверенного программного обеспечения или его модификации. <i>Справочно: Усилия должны быть сконцентрированы на тех 20% функций, которые отвечают за 80% деятельности организации или органа государственного управления.</i>
Компетенции в сфере деятельности	1) Владение системами управления знаниями класса Knowledge Management System (KMS) и системами автоматизации делопроизводства класса Office Automation Systems (OAS), которые обслуживают информационные потребности на уровне знаний организации или органа государственного управления. <i>Справочно: Системы KMS и OAS обслуживают информационные потребности на уровне знаний. Системы управления знаниями помогают сотрудникам знания (аналитикам, экспертам, управляющим). В то же время системы автоматизации делопроизводства помогают обработчикам данных.</i> 2) Владение основами цифровой экономики: <ul style="list-style-type: none"> – цифровая промышленность; – цифровое сельское хозяйство; – умные энергосистемы; – цифровая логистика; – цифровая трансформация социальной сферы; – цифровизация финансовых услуг; – криптовалюты как новый вид денег; – цифровое образование.

В системе открытого образования это включает отбор материалов, поиск информации в библиотеках по ключевым понятиям цифровой экономики, выбор иллюстрирующих примеров интересных фактов и аналогий. После подбора необходимо провести его тщательный анализ, чтобы избежать распространенной ошибки, заключающейся в попытке обучить слишком многому за слишком короткое время. Поэтому необходимо установить систему первоочередности информации на основе желаемой цели обучения [17]. Каждую порцию информации следует рассматривать с точки зрения ее соответствия формируемых компетенций.

В результате материалы должны быть подобраны, разделены на компетенции и оформлены в виде отдельных учебных модулей (УМ). Каждый УМ – это стандартный учебный продукт, включающий четко обозначенный объем знаний и умений, предназначенный для изучения и формирования в течение определенного времени конкретных управленческих компетенций в сфере цифровой экономики и соответствующих зачетных единиц.

Каждый отдельный УМ должен содержать, в общем случае, следующие компоненты:

- основной текстовый материал в электронной форме;
- мультимедиа материалы, обеспечивающие визуализацию содержательной части учебного материала с помощью текстово-графических элементов, аудио- и видеоэлементов, облегчающих восприятие и усвоение учебного материала;
- систему контроля знаний, включающую контрольные вопросы и интерактивные тесты, обеспечивающие возможность самоконтроля и контрольного тестирования;
- дополнительные материалы, такие как глоссарий, список рекомендованной литературы и др.

Технологический сценарий – это описание информационных технологий, используемых для реализации электронных образовательных ресурсов (ЭОР). В технологическом сценарии должен реализовываться авторский взгляд на содержание и структуру учебных материалов, его методические принципы и приемы организации. В технологическом сценарии необходимо выстроить материал по кадрам и указать:

- характер доступа к ним;
- ключевые слова и средства навигации по материалу;
- необходимые мультимедиа приложения;
- требования к интерфейсным решениям.

Учебный материал каждого модуля ЭОР должен иметь покадровое представление, т.е. единицей представления материала должен быть кадр. Информация, размещенная на одном кадре, должна быть цельной и представлять собой некоторый заверченный смысл. Структура кадра должна быть представлена в виде макета кадра (текст, рисунки, схемы, графики, расположение объектов, аудио и видео). Текстовая часть должна сопровождаться перекрестными ссылками, позволяющими сократить время поиска необходимой информации (удобным элементом может быть подключение глоссария по данной компетенции). Дополнительная аудиоинформация, видеоинформация или анимированные клипы должны сопровождать те разделы учебных материалов, которые трудно понять в текстовом изложении. Предпочтительней использовать графику с пояс-

няющей ее речью, чем использовать ту же графику и аналогичный печатный текст.

Заключение

В современных условиях особую значимость приобретают вопросы повышения эффективности управления государственными органами и организациями на основе максимальной интеграции образования и цифровой экономики.

На заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам 05.07.2017 Президент Владимир Путин подчеркнул, что «цифровая экономика представляет собой не отдельную отрасль, а новую основу для развития системы государственного управления». Это неудивительно — согласно принятой Правительством программе «Цифровая экономика» к 2025 году система образования в России должна

быть настроена так, чтобы подготовить к рывку в цифровое светлое будущее достаточное количество управленческого аппарата — грамотных пользователей информационных технологий, обладающих необходимыми в XXI веке компетенциями.

Это можно сделать **только на базе системы открытого образования**, которая, с одной стороны основывается на широкомасштабных технологиях дистанционного обучения, одновременно охватывая огромный контингент обучающихся, а с другой — направлена на личностно-ориентированное обучение и компетентностный подход.

Кроме известных достоинств методологии системы открытого образования она может впервые стать одним из столбов конкретного национального проекта.

Обучить за короткое время большой контингент управ-

ленцев всем аспектам и широкому кругу знаний в сфере цифровой трансформации **невозможно**. В статье выделены **первоочередные конкретные компетенции** управленцев разного уровня в сфере цифровой экономики. Формирование этих компетенций в ближайшие годы с использованием системы открытого образования **вполне реализуемая задача**. Да, со временем состав компетенций будет расширяться, но необходимо сделать первый шаг для формирования базовой системы знаний управленцев в сфере цифровой трансформации.

С учетом вышесказанного можно констатировать, что методология и технологии открытого образования являются чрезвычайно ценными инструментами повышения качества управленческой деятельности в социальной и экономической сферах цифровой трансформации государственного управления.

Литература

1. Абрамчик Е.Л. Новые возможности информационных технологий // Кіраванне ў адукацыі. 2017. № 9. С. 69–72.
2. Абросимова М.А. Информационные технологии в государственном и муниципальном управлении: учеб. пособие М.: КноРус, 2017. 248 с.
3. Бануляк Н. Информационно-коммуникационные технологии как движитель политических перемен // Гос. служба. 2016. № 4. С. 73–75.
4. Бойченко А.В., Лукинова О.В. Платформы цифровой экономики // Ученые записки института социальных и гуманитарных знаний. Выпуск № 1(16) Материалы Юбилейной X Международной научно-практической конференции «Электронная Казань» (Информационные технологии в современном мире). Казань, 2018.
5. Видясова Л.А., Чугунов А.В., Видясов Е.Ю. Развитие электронного управления в странах Евразийского экономического союза: прогресс, вызовы и перспективы // Вестник международных организаций. 2017. Т. 12. № 1. С. 66–80.
6. Волкова В.Н., Черный Ю.Ю. Закономерности информационных процессов в открытых системах: переосмысливая Л. фон Берталанфи // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. научных трудов XX Междуна-

родной научно-практической конференции. 2016. С. 94–107.

7. Ганчарик Л.П. Совершенствование национальной системы квалификации в Беларуси изменит механизм продвижения по служебной лестнице // Белорус. телеграф. агентство 2014. [Электрон. ресурс] Режим доступа: http://www.belta.by/ru/person/comments/Leonid-Gancharik_i_0000514521.html (Дата обращения: 31.03.2018).

8. Ганчарик Л.П. Совершенствование системы формирования кадрового потенциала государственных органов и иных государственных организаций в условиях инновационного развития Республики Беларусь: сб. науч. тр. Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2014. С. 180–193.

9. Зобнин А.В. Информационно-аналитическая работа в государственном и муниципальном управлении: учеб. пособие. Науч. ред. Д.И. Польшанский. М.: Инфра-М, 2015. 120 с.

10. Лазаревич А.А. Становление информационного общества: коммуникационно-эпистемологические и культурно-цивилизационные основания. Науч. ред. И.Я. Левяш. НАН Беларуси, Ин-т философии. Минск: Беларус. навука, 2017. 536 с.

11. Морозевич А.Н. Пути совершенствования подготовки кадров в Академии управления // Проблемы управления. 2011. № 3. С. 4–13.

12. Рогожкин А. Отбор и подбор молодых специалистов на государственную службу [Электрон. ресурс] // Кадровик. Рекрутинг для кадровика. 2017. № 3. Режим доступа: <http://www.hr-portal.ru/article/otbor-i-podbor-molodyh-specialistov-na-gosudarstvennyuyu-grazhdanskuyu-sluzhbu>. (Дата обращения: 14.02.2019).

13. Соколова Г.Н. Феномен модернизации в глобализирующемся мире: методологический аспект анализа // Социологический альманах. 2014. Вып.5. С. 103–113.

14. Федотова Е.Л. Информационные технологии и системы: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2017. 352 с.

15. Сарафанов В. И. Информатизация системы государственного управления России. М.: ИНИОН РАН, 2018. 118 с.

16. Тедеев А. А., Усанов В. Е. Электронное государство М.: Элит, 2015. 312 с.

17. Чернов С. Е. Стратегический маркетинг информационно-консультационных услуг. М.: ИПКГосслужбы, 2017. 304 с.

18. Цифровая экономика России [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php>.

19. Шваб К. Четвертая промышленная революция: перевод с англ. М.: Изд-во «Э», 2017. 208 с.

References

1. Abramchik E.L. New possibilities of information technologies. Kiravanne ŷ adukatsyi. 2017; 9: 69–72. (In Russ.)

2. Abrosimova M.A. Informatsionnyye tekhnologii v gosudarstvennom i munitsipal'nom upravlenii: ucheb. posobiye = Information technologies in state and municipal management: Tutorial. Moscow: KnoRus; 2017. 248 p. (In Russ.)

3. Banulyak N. Information and communication technologies as a driver of political change. Gos. sluzhba = State service. 2016; 4: 73–75. (In Russ.)

4. Boychenko A.V., Lukinova O.V. Platforms of Digital Economy. Uchenyye zapiski instituta sotsial'nykh i gumanitarnykh znaniy. Vypusk № 1(16) Materialy Yubileynoy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Elektronnaya Kazan'» (Informatsionnyye tekhnologii v sovremennom mire). = Scientific letters of Institute of Social and Humanitarian Knowledge. Issue number 1 (16) Materials Anniversary X International Scientific and Practical Conference «Electronic Kazan» (Information technology in the modern world). Kazan; 2018. (In Russ.)

5. Vidyasova L.A., Chugunov A.V., Vidyasov E.Yu. The development of e-government in the countries of the Eurasian Economic Union: progress, challenges and prospects. Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy = Bulletin of international organizations. 2017; Vol. 12; 1: 66–80. (In Russ.)

6. Volkova V.N., Chernyy Yu.Yu. Patterns of information processes in open systems: rethinking L. von Bertalanffy. Sistemnyy analiz v proyektirovani i upravlenii: sb. nauchnykh trudov XX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = System analysis in design and management: Sat. scientific papers of the XX International Scientific and Practical Conference. 2016: 94–107. (In Russ.)

7. Gancharik L. Sovershenstvovaniye natsional'noy sistemy kvalifikatsii v Belarusi izmenit mekhanizm prodvizheniya po sluzhebnoy lestnitse. Belarus. telegraf. agentstvo 2014. = Improvement of the national qualification system in Belarus will change the mechanism of promotion through the

ranks. Belorussian telegraph agency 2014 [Internet] URL: http://www.belta.by/ru/person/comments/Leonid-Gancharik_i_0000514521.html (Cited: 31.03.2018). (In Russ.)

8. Gancharik L.P. Sovershenstvovaniye sistemy formirovaniya kadrovogo potentsiala gosudarstvennykh organov i inykh gosudarstvennykh organizatsiy v usloviyakh innovatsionnogo razvitiya Respubliki Belarus': sb. nauch. tr. = Improving the system of forming the personnel potential of state bodies and other state organizations in the context of the innovative development of the Republic of Belarus: Coll. scientific tr. Minsk: Academy of Management under the President of the Republic of Belarus; 2014: 180–193. (In Russ.)

9. Zobnin A.V. Informatsionno-analiticheskaya rabota v gosudarstvennom i munitsipal'nom upravlenii: ucheb. posobiye = Information and analytical work in the state and municipal government: tutorial. Scientific ed. D. I. Polyvyannyu. Moscow: Infra-M; 2015. 120 p. (In Russ.)

10. Lazarevich A. A. Stanovleniye informatsionnogo obshchestva: kommunikatsionno-epistemologicheskiye i kul'turno-tsivilizatsionnyye osnovaniya = Formation of the Information Society: communication, epistemological, cultural and civilizational bases. Scientific ed. I. Y. Levyash. NAS of Belarus, Institute of Philosophy. Minsk: Belarussian science; 2017. 536 p. (In Russ.)

11. Morozevich A.N. Ways to improve training in the Academy of Management. Problemy upravleniya = Problems of Management. 2011; 3: 4–13. (In Russ.)

12. Rogozhkin A. Selection and selection of young professionals in the public service [Internet]. Kadrovik. Rekruting dlya kadrovika = Personnel. Recruiting for personnel officers. 2017; 3. URL: <http://www.hr-portal.ru/article/otbor-i-podbor-molodyh-specialistov-na-gosudarstvennyuyu-grazhdanskuyu-sluzhbu>. (Cited: 14.02.2019). (In Russ.)

13. Sokolova G.N. The phenomenon of modernization in a globalizing world: the methodological aspect of the analysis. Sotsiologicheskiy al'manakh = Sociological Almanac. 2014; Iss. 5: 103–113.

14. Fedotova E.L. Informatsionnyye tekhnologii i sistemy: ucheb. posobiye = Information technology and systems: tutorial. Moscow: INFRA-M; 2017. 352 P. (In Russ.)

15. Sarafanov V. I. Informatizatsiya sistemy gosudarstvennogo upravleniya Rossii = Informatization of the system of government of Russia. Moscow: INION RAS; 2018. 118 P. (In Russ.)

16. Tedeyev A. A., Usanov V. E. Elektronnoye gosudarstvo = Electronic State Moscow: Elit; 2015. 312 p.

17. Chernov P. E. Strategicheskiy marketing informatsionno-konsul'tatsionnykh uslug = Strategic Marketing of Information and Consulting Services. Moscow: IPKgossluzhby; 2017. 304 p. (In Russ.)

18. TSifrovaya ekonomika Rossii = Digital economy of Russia [Internet] URL: <http://www.tadviser.ru/index.php>. (In Russ.)

19. Shvab K. Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya: perevod s angl = The Fourth Industrial Revolution: Translation from English. Moscow: Publishing house «E»; 2017. 208 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Леонид Павлович Ганчарик

К.т.н, доцент

Академия управления при Президенте Республики,

Минск, Республика Беларусь

Эл. почта: ganchariklp@gmail.com

Information about the author

Leonid P. Gancharik

Cand. Sci (Engineering), Associate Professor

The Academy of Public Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus,

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: ganchariklp@gmail.com

Дидактический потенциал использования систем визуализации алгоритмов в процессе обучения программированию

В статье рассматривается дидактический потенциал по использованию визуализатора алгоритмов как программного обеспечения, наглядно демонстрирующего работу алгоритмов по обработке набора входных данных. Описаны трудности, возникающие в ходе изучения основ алгоритмизации и программирования. В качестве вспомогательного наглядного средства обучения алгоритмизации в статье предложено использовать визуализатор алгоритмов для более успешного усвоения механизма работы алгоритмов на лекционных занятиях. В статье приведены функциональные требования к визуализатору алгоритмов, описаны основные его элементы и методические рекомендации по использованию визуализаторов алгоритмов в учебном процессе. В целях повышения эффективности учебного процесса предлагается использование визуализатора алгоритмов при обучении алгоритмизации и программированию студентов направления «Информатика» как будущих специалистов в области информационных технологий.

Целью выполненного исследования является повышение эффективности процесса развития алгоритмического мышления у студентов, обучающихся по направлению «Информатика», за счёт поддержки и активного применения визуализатора алгоритмов в качестве дополнительного наглядного средства обучения при изучении курса «Основы программирования».

Материалы и методы исследования включают анализ научно-методической литературы по исследуемой тематике, анализ

проблемы развития алгоритмического мышления у студентов, практическая реализация процесса обучения основам алгоритмизации и программирования с применением разработанного визуализатора алгоритмов, анализ результатов опроса студентов.

Результаты. Проведённые автором исследования позволили создать инструментальную среду – визуализатор алгоритмов, обеспечивающую поддержку формирования навыков решения прикладных задач, способствующую повышению эффективности процесса обучения основам алгоритмизации и программирования и развитию алгоритмического мышления. Реализованы визуализаторы, позволяющие в интерактивном режиме продемонстрировать работу алгоритмов по обработке статических структур данных (массивы), что способствует осмыслению и закреплению теоретического материала. Визуализаторы внедрены в учебный процесс в Бельцком государственном университете им. А. Руссо и используются при изучении курса «Основы программирования».

Заключение. В заключении сформулированы выводы о целесообразности визуального описания алгоритма, предложены способы применения визуализатора алгоритмов в рамках учебного процесса, выделены положительные факторы, влияющие на осмысление механизма выполнения алгоритма при организации обучения с использованием визуализаторов.

Ключевые слова: информатика, программирование, алгоритм, визуализация алгоритмов, визуализатор, учебный процесс

Diana V. Moglan

Alecu Russo Balti State University, Bălți, Republic of Moldova

Didactic potential of using systems for visualization of algorithms in the process of teaching programming

The article is devoted to the didactic potential on the use of the visualizer of algorithms as software, which graphically demonstrates the work of algorithms for processing input data. There are described the difficulties arising during the study of the fundamentals of algorithmization and programming. The author proposed to use the algorithm visualizer, as an auxiliary visual means of teaching algorithmization, for more successful mastering the mechanism of the algorithms at lectures. The article discusses the functional requirements for the visualizer of algorithms, describes its main elements and guidelines for the use of visualizers of algorithms in the educational process. In order to increase the effectiveness of the educational process, it is proposed to use the visualizer of algorithms for teaching algorithms and programming for students of the “Applied Informatics” direction as future specialists in the information technologies.

The purpose of the study is to increase the efficiency of the development of algorithmic thinking among students of the specialty “Computer Science”, due to the support and active use of the algorithm visualizer as an additional visual tool for learning when studying the course “Fundamentals of Programming”.

Materials and research methods include the analysis of scientific and methodological literature on the subject under study, the analysis of the problem of developing algorithmic thinking by students,

the practical implementation of the learning process of the basics of algorithmization and programming using the developed algorithms visualizer, the analysis of students’ survey results.

Results. The research conducted by the author allowed the creation of an instrumental environment – an algorithm visualizer that supports the formation of problem solving skills, enhancing the effectiveness of the learning process in the fundamentals of algorithmization and programming and the development of algorithmic thinking. Have been implemented visualizers, that allowing online demonstration of the work of algorithms for processing static data structures (arrays), which contributes to the comprehension and consolidation of theoretical material. Visualizers are introduced into the educational process at Balti State University A. Russo and are used in studying the course “Fundamentals of Programming”.

Conclusion. The author comes to the conclusions about the expediency of the visual description of the algorithm, proposes methods for using the algorithms visualizer in the educational process, and highlights positive factors that affect the understanding the mechanism of algorithm execution when organizing training using visualizers.

Keywords: computer science, programming, algorithm, visualization of algorithms, visualizer, educational process

Введение

В настоящее время спрос на квалифицированных ИТ-специалистов на рынке труда остаётся высоким за счёт интеграции информационных технологий в различные области народного хозяйства и науки, информационного обслуживания, государственного управления и образования, поэтому качественная подготовка будущих выпускников вузов в области информатики и информационных технологий (ИТ), способных применять современные информационные технологии для решения прикладных задач в профессиональной деятельности, является актуальной проблемой.

В Бельцком государственном университете (БГУ) им. А. Руссо Республики Молдова осуществляется подготовка студентов по направлению «Информатика». Согласно учебному плану специальности 444.1 «Информатика» и Национальной рамке профессиональных квалификаций Республики Молдова [1] будущий специалист в области информатики и информационных технологий по окончании обучения должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

– способностью оперировать основами речевой профессиональной культуры с использованием понятий из области информатики и математики;

– способностью разрабатывать модели для описания реальных ситуаций и процессов;

– способностью проектировать, разрабатывать и анализировать алгоритмы для решения задач из профессиональной деятельности;

– способностью программировать, разрабатывать и сопровождать ИТ-приложения на языках высокого уровня;

– способностью внедрять информационные технологии в различные отрасли профессиональной деятельности;

– способностью обрабатывать, анализировать и интерпретировать данные.

Для успешной профессиональной деятельности будущих выпускников по специальности «Информатика» определяющее значение имеет изучение основ алгоритмизации и методов обработки структур данных, освоение которых позволит создать фундамент (базовые знания, умения и навыки) для формирования профессиональных компетенций выпускников. Обучение программированию может сыграть решающую роль в улучшении когнитивных навыков студентов путём преподавания базовых алгоритмов и методов программирования, так как способствует развитию умений студентов составлять план для решения конкретной задачи, описывать в формализованном виде последовательность действий для достижения желаемого результата, прогнозировать результат выполнения спроектированных действий и вносить исправления в зависимости от полученных результирующих данных. При составлении алгоритмов у студентов вырабатываются навыки анализировать, сравнивать, обобщать, делать логические выводы, описывать план деятельности и излагать собственные мысли в строгой логической последовательности [2].

В рамках учебного плана по специальности 444.1 «Информатика» одной из базовых дисциплин является «Основы программирования», изучаемая студентами первого курса. Данная дисциплина посвящена изучению основных форм организации и хранения данных в компьютере, управляющих структур, используемых в структурном программировании (линейная структура, разветвляющаяся структура, циклическая структура), абстракции в программировании и стандартным методам обработки структур данных [3].

Роль изучения основ алгоритмизации и программирования в профессиональном становлении будущих ИТ-специалистов

Алгоритмизация является важным этапом в решении любой задачи с помощью компьютера. Развитие алгоритмического мышления является одной из основных задач при изучении программирования, так как даже простые алгоритмы трудны для понимания первокурсникам, и поэтому, сложны для изучения [4, с. 166]. Практика обучения студентов показала, что изучение языка программирования является «менее сложным» процессом, чем проектирование алгоритмов.

Успешная деятельность специалиста в области информационных технологий зависит не только от знания используемого им языка программирования при разработке приложений для решения прикладных задач, но и, в большей степени, зависит от «богатства» знаний в области построения хорошо структурированных алгоритмов обработки информации, представляемой различными структурами данных [5, 6], и накопленного опыта при решении прикладных задач.

При обучении программированию студенты довольно часто испытывают значительные трудности при поиске ответа на вопрос, почему данный алгоритм подходит для решения задачи и позволяет получить необходимые результирующие данные. Для обоснования корректности алгоритма без осознания студентами свойств объекта, выделения логических связей между отдельными объектами и отвлечения от других несущественных свойств и связей довольно сложно. Например, обладание знаниями о структуре цикла со счётчиком, не означает наличие умения на

практике построить алгоритм для вычисления среднемесячной температуры.

Согласно А.И. Газейкине, умение создать алгоритм предполагает наличие мыслительных схем, которые способствуют видению проблемы в целом, её решению крупными блоками с последующей детализацией и осознанным закреплением процесса получения конечного результата в языковых формах [7]. Эти мыслительные операции характеризуют уровень развития алгоритмического мышления студентов. Под способностью алгоритмически мыслить понимается умение решать задачи различного происхождения, требующие составления плана действий для достижения желаемого результата [8].

Основная трудность программирования состоит в том, что написание алгоритма для программы – это творческий процесс, который просто невозможно автоматизировать. В лучшем случае можно лишь создать условия для студентов, в которых этот процесс будет стимулироваться и реализовываться наиболее эффективно [9].

При подготовке к занятиям преподаватели довольно часто испытывают затруднения в отборе и систематизации теоретического материала для лекционных занятий и составлении практических заданий для самостоятельной работы с учётом количества часов по дисциплине, наличия предварительной базовой подготовки студентов и их заинтересованности в освоении нового материала по дисциплине.

При построении обучения основам алгоритмизации и программирования процесс изучения механизма работы алгоритмов с использованием дидактических материалов (книг, учебников, презентаций) реализуется обычно одним из следующих способов:

1. Статическое восприятие исходного кода алгоритма с

динамической прокруткой его работы в уме.

2. Написание алгоритма на одном из языков программирования или копирование исходного кода алгоритма из учебника с целью дальнейшего его пошагового выполнения для отслеживания операций алгоритма на тестовых наборах входных данных.

Изучение работы алгоритма с помощью первого способа является достаточно трудным для большинства студентов, так как требует алгоритмического мышления и программистского воображения. Данный способ приемлем лишь для опытных программистов, а не для студентов младших курсов университета, которые только приступают к изучению основ алгоритмизации. Второй способ является более доступным и прямолинейным для первокурсников. Однако в данном случае студенты акцентируют своё внимание на программной реализации алгоритма и синтаксисе используемого языка программирования, а не на проектировании алгоритма.

Статическое изложение материала, на наш взгляд, является неэффективным с точки зрения изучения механизма работы алгоритмов. Помимо того, описанные способы изучения алгоритмов с точки зрения их использования на лекциях, также мало эффективны. Первый способ требует определённых усилий со стороны студентов в усвоении лекционного материала по реализации алгоритмов обработки информации, а второй способ и вовсе невозможно реализовать на лекционных занятиях.

На наш взгляд, для успешного усвоения механизма работы алгоритмов необходимым условием является визуальное описание алгоритма для каждого этапа его выполнения. Визуализация – это процесс представления информации, данных, знания в виде изобра-

жения, имеющий целью максимальное удобство их восприятия, понимания и анализа [10].

Визуальное представление алгоритма позволит студенту лучше понять и увидеть какие структурные элементы использованы при проектировании алгоритма, каким образом описана логика взаимодействия структурных элементов алгоритма, каким реальным объектам соответствуют определённые элементы в решаемой задаче. Следовательно, обучение алгоритмизации и программированию необходимо осуществлять с опорой на проектирование алгоритмов и дальнейшее написание программ на основе разработанных алгоритмов с помощью конструкций языка программирования. Кроме того, при изучении механизма работы алгоритмов основу должны составлять наглядные средства обучения. Для понимания структуры алгоритма и действий, которые происходят внутри алгоритма, необходимо наглядно увидеть каждый шаг выполнения алгоритма, что позволит студентам построить эффективную ментальную модель [11], имитируя поведение исполняемого алгоритма.

Использование визуализатора алгоритмов в учебном процессе

В качестве наглядного средства обучения, позволяющее реализовать такой подход, может быть использован *визуализатор алгоритмов*. Визуализаторы моделируют процессы работы алгоритмов, давая возможность учащимся при помощи интуитивно понятного пользовательского интерфейса проходить алгоритм шаг за шагом на заданном наборе данных [12].

Визуализатор алгоритмов поддерживает взаимосвязанную работу двух категории пользователей: преподаватель и студент.

Преподаватель определяет условия по выполнению алгоритма в зависимости от целей обучения (подробное или обобщённое изучение алгоритма). Например, определить набор входных данных, которые будут использованы для решения некоторой задачи; определить шаг выполнения алгоритма и др. От студентов не требуется владеть определёнными знаниями и навыками для работы с визуализатором, они осмысливают ход выполнения алгоритма и пытаются предсказать следующий шаг работы алгоритма. Кроме того, визуализаторы алгоритмов могут быть использованы для развития алгоритмического мышления не только у студентов, изучающих информатику.

Одной из сильных сторон визуализатора алгоритмов является возможность задействования слухового и зрительного канала для улучшения восприятия учебной информации в процессе обучения. Исследования Z. Katai [13] подтвердили, что, если методы и средства обучения воздействует на различные органы чувств учащихся, то они способны усвоить больше информации и эффективно поддерживать обучение при изучении алгоритмов.

Однако, логику алгоритма нельзя полностью раскрыть лишь показывая, как меняются значения переменных, участвующих в алгоритме. Студентам необходимо предоставить правильные графические представления, которые лучше соответствуют их ментальным моделям по выполнению конкретного алгоритма. Визуализатор алгоритмов позволяет помочь студентам построить правильные ментальные модели, связать структурные компоненты в иерархии построения алгоритма и обобщить модель алгоритма при решении подобных задач, визуализируя абстрактные концепции и разворачивая основную логику исследуемого алгоритма.

Отметим отличительные характеристики визуализаторов [14]:

1. Интерактивность и наглядность при управлении процессом визуализации со стороны пользователя.

2. Простота использования интерфейса визуализатора.

3. Отображение хода выполнения алгоритма. Визуализатор отображает как изменения значений переменных алгоритма, так и все действия над ними.

4. Наличие пояснений. По ходу работы визуализатора отображаются текстовые комментарии, поясняющие каждый шаг алгоритма.

5. Поддержка двух режимов визуализации: пошагового и автоматического.

В учебном процессе визуализаторы алгоритмов могут быть использованы при соблюдении следующих требований:

– Отображение входных и выходных данных в наглядной форме, на которых демонстрируется выполнения алгоритма – учащимся должна быть предоставлена возможность определять произвольные наборы входных данных и просматривать для них исполнение алгоритма.

– Просмотр действий алгоритма для всех визуализируемых элементов – учащимся должна быть предоставлена возможность просматривать не только изменения, произведённые визуализатором в наборе данных, но и другие действия, например, сравнения при поиске минимального элемента в массиве.

– Вывод комментариев к выполнению алгоритма – в процессе работы алгоритма на каждом его шаге должны выводиться комментарии, которые бы поясняли все производимые действия.

– Пошаговое отображение работы алгоритма – учащиеся, исходя из собственных способностей в усвоении материала, должны иметь возможность

проследить за действиями выполнения алгоритма от начала и до конца, шаг за шагом.

Согласно исследованиям С. Hundhausen [15] студенты должны быть настолько активными в процессе обучения алгоритмизации и программированию, насколько это возможно во время визуализации. Кроме того, студенты более вовлечены в процесс обучения, когда они могут самостоятельно использовать средства по визуализации механизма выполнения алгоритма. В работе T. Naps [16] описана таксономия, которая определяет уровень и вид деятельности студента в процессе работы с визуализатором, включающая шесть уровней:

1. Без просмотра: в этом случае визуализатор не используется совсем.

2. Просмотр: студенты рассматривают шаги выполнения алгоритма в визуализаторе.

3. Ответ: студенты отвечают на вопросы преподавателя во время визуализации.

4. Изменение: студенты могут изменять входные данные во время визуализации для исследования поведения алгоритма в различных ситуациях.

5. Построение: студенты самостоятельно строят алгоритм после визуализации без его кодирования на языке программирования.

6. Представление: студенты объясняют шаги алгоритма на примере визуализируемого алгоритма и участвуют в обсуждении с коллегами группы.

Данная таксономия соотносится с таксономией учебных целей по Блуму [17]. Рассмотрим соотношение познавательных способностей с конкретными действиями студентов и примерами заданий для темы «Одномерные массивы».

Знание.

Описание действия: называть и неформально определять конкретные понятия, связанные с типом данных «одномерный массив».

Примеры заданий:

- определить следующие понятия: массив данных, одномерный массив, индекс элемента, значение элемента;
- назвать базовые алгоритмы для обработки элементов массива;
- перечислить алгоритмы сортировки и поиска.

Понимание.

Описание действия: понимать общий принцип алгоритма и объяснять словесно, как он работает; определять понятия формально, то есть распознать их существенные характеристики; понимать ключевые понятия, связанные с алгоритмом и их роль в алгоритме; понимать поведение алгоритма в наихудшем и в наилучшем случаях.

Примеры заданий:

- каким образом структура данных (одномерный массив) описывает исследуемый объект;
- представить данные в форме одномерного массива;
- привести примеры для одномерных массивов;
- объяснить механизм прямого доступа к элементу одномерного массива;
- объяснить алгоритм для последовательной обработки элементов одномерного массива;
- объяснить алгоритм для заполнения (вывода) одномерного массива;
- проиллюстрировать поиск минимального (максимального) элемента в массиве;
- привести примеры для алгоритма поиска в массиве элемента с заданным свойством;
- выделить закономерности в работе алгоритмов сортировки;
- записать базовые алгоритмы для обработки одномерного массива (ввод и вывод элементов массива, суммирование элементов массива, подсчёт количества элементов массива, обладающих заданным свойством и др.) с помо-

щью некоторого языка программирования.

Применение.

Описание действия: интерпретировать алгоритмические конструкции в конструкции языка программирования; проверять корректность выполнения алгоритма; адаптировать ранее изученный алгоритм для определённой задачи и конкретного представления данных; определять наилучший и наихудший случай при анализе базовых алгоритмов.

Примеры заданий:

- применить алгоритм для сортировки элементов массива, используя сортировку вставкой, и продемонстрировать корректность его работы;
- записать алгоритм, используя конструкции языка программирования, для поиска в массиве заданного элемента с помощью алгоритма двоичного поиска и определить промежуточные результаты в работе программы;
- решить подобные задачи, используя аналогичный алгоритм (например, вычисление среднемесячной температуры и вычисление среднего дохода предприятия за месяц).

Анализ.

Описание действия: понимать связь алгоритма с другими алгоритмами, применяемые для решения подобных задач; рассуждать, противоречить и/или доказывать правильность алгоритма; анализировать сложную задачу, выявлять в ней значимые объекты и разбивать её на более мелкие подзадачи.

Примеры заданий:

- определить необходимые входные и промежуточные параметры для корректной работы алгоритма (поиска, сортировки);
- определить алгоритмы, необходимые для решения конкретной задачи (например, определить, если была зарегистрирована температура выше 20 градусов);
- реализовать трассировку выполнения алгоритма сорти-

ровки массива из 10 целых чисел;

- проверить влияние различных входных параметров на работу алгоритма, в том числе и особые случаи;
- сравнить производительность работы алгоритмов сортировки;
- выявить сходства и отличия в работе алгоритмов поиска;
- провести анализ текста программы для выявления синтаксических и логических ошибок.

Синтез.

Описание действия: разрабатывать алгоритмы для сложных задач, в которых требуются различные структуры данных, алгоритмы и методы; анализировать сложность и эффективность алгоритма; определять критерии для сравнения различных решений задачи.

Примеры заданий:

- разработать программу с использованием массивов и конструкций языка программирования, адекватных алгоритму, для решения сложных задач практической направленности (например, описать необходимые параметры для хранения и обработки двух многочленов степени n , заданных своими коэффициентами, и реализовать меню для выполнения следующих команд: вычислить значение многочлена для заданного значения переменной x , выполнить сложение двух многочленов, выполнить вычитание двух многочленов);
- определить набор тестовых значений для проверки правильности выполнения программы.

Оценка.

Описание действия: аргументировать необходимость модифицировать используемый алгоритм или объединить его с другими алгоритмами для более эффективного решения новой более сложной задачи; обсуждать плюсы и минусы различных алгоритмов, которые используются для реше-

ния одинаковых или подобных задач; проводить оценку разработанных алгоритмов.

Примеры заданий:

– оценить разработанный алгоритм (универсальность, сложность и др.) и аргументировать решение о его соответствии поставленной задаче;

– обсудить дизайн решения задачи и его преимущества перед другими решениями;

– определить возможные пути усовершенствования алгоритма.

Предложенные формулировки действий и заданий позволяют определить взаимосвязь между формой взаимодействия учащегося с визуализатором и уровнями результатов обучения (согласно учебным целям по Блуму), на которые влияет это взаимодействие.

Существует множество примеров систем для визуализации алгоритмов, которые могут быть использованы на уроках информатики. В отношении уже разработанных визуализаторов алгоритмов следует отметить следующие: *AlgorithmVisualizer* (<http://algo-visualizer.jasonpark.me/>), анимированные визуализации структур данных *VisuAlgo* (<https://visualgo.net/ru>), курс «Дискретная математика: Алгоритмы» (<http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/vis>). Данные визуализаторы стали опорными трудами для разработки собственных программных продуктов для поддержки лекционного курса по изучению алгоритмов. К разработке программ-визуализаторов были также привлечены студенты в рамках выполнения дипломной работы.

В качестве среды разработки программ-визуализаторов была выбрана среда программирования Delphi, включающая достаточно многообразные инструменты для создания оболочек визуализаторов алгоритмов. Помимо того, её использование, когда в созда-

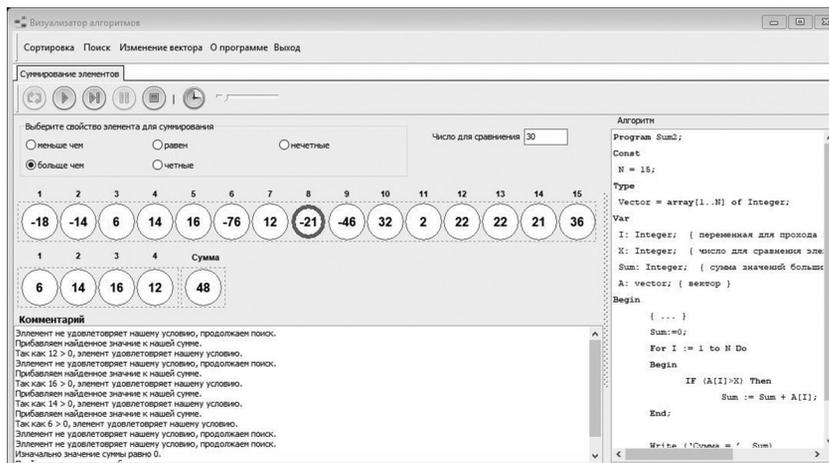


Рис. 1. Визуализация алгоритма суммирования элементов массива

нии программ-визуализаторов занята группа разработчиков (студенты и преподаватели), обеспечивает единый подход в реализации дизайна готовых продуктов.

Пример разработанного программного продукта для визуализации работы алгоритмов по учебному разделу «Статические структуры данных. Одномерные массивы» представлен на рисунке 1.

Графический пользовательский интерфейс программы-визуализатора выполнен в форме оконного приложения, которое содержит три функциональные области (визуализация, код алгоритма, комментарии) и панель управления.

Окно визуализации используется для размещения элементов на экране и для просмотра работы алгоритма. *Окно кода* используется для просмотра пользователем кода алгоритма. *Окно комментариев* используется для вывода пояснений к текущему действию алгоритма.

Управление процессом визуализации алгоритмов осуществляется с помощью панели управления, на которой расположены следующие элементы интерфейса:

– *Инициализировать* – кнопка для инициализации работы визуализатора, при запуске визуализатора входные наборы данных генерируются случайным образом;

– *Далее* – кнопка для пошагового выполнения алгоритма, то есть при каждой активации кнопки выполнится один шаг алгоритма;

– *Все сразу* – кнопка для автоматического выполнения алгоритма без вмешательства в процесс работы алгоритма;

– *Пауза* – кнопка для временного приостановления работы визуализатора;

– *Остановить* – кнопка для полного приостановления работы визуализатора алгоритма;

– *Время задержки* – кнопка для управления скоростью визуализации процесса выполнения алгоритма (указывается в миллисекундах).

Рассмотрим применение разработанного визуализатора на примере реализации алгоритма поиска минимального элемента в одномерном массиве из n целых чисел. Задача поиска минимального элемента в массиве решается с помощью следующего алгоритма:

```
Min := A[1];
For i := 2 to n do
  If A[i] < Min then
    Min := A[i];
```

В данном алгоритме A представляет собой одномерный массив, в котором производится поиск минимального элемента, Min – значение текущего минимума (среди первых i элементов массива). Изначально значение минимума

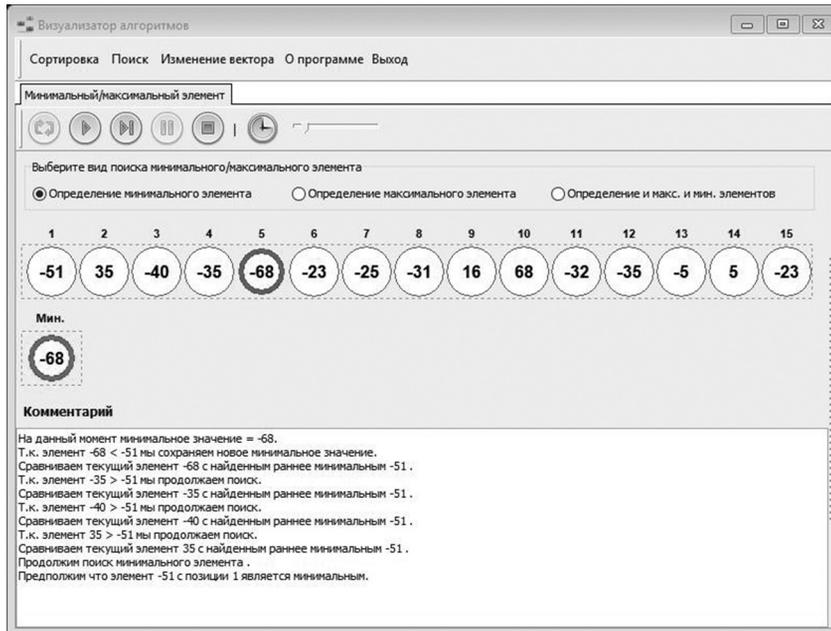


Рис. 2. Визуализация алгоритма поиска минимального элемента в массиве

инициализируется значением первого элемента массива.

В визуализаторе основными данными являются элементы массива и значение текущего минимального элемента (рис. 2). Для наглядного представления работы алгоритма значения элементов массива и минимального элемента должны быть постоянно показаны в окне визуализации. При поиске минимального элемента массива наиболее «интересными» событиями в алгоритме являются операции сравнения значения текущего элемента массива с минимальным значением в условном операторе и связанная с ним операция обновления текущего минимального значения.

На каждом шаге алгоритма текущий элемент массива выделяется синим цветом, а в случае нахождения нового минимального значения соответствующий элемент выделяется красным цветом. Для пояснения работы алгоритма в окне комментариев выводится сообщение о выполненной операции на текущем шаге алгоритма. Отметим, что на шаге проверки на обновление минимального значения,

который соответствует условному оператору, возможны два случая: для ложного и истинного условий. На каждом шаге алгоритма значения параметров вычисляются и представляются в ходе выполнения алгоритма.

Рассмотрим работу визуализатора на примере реализации алгоритма сортировки методом простого выбора в одномерном массиве из n целых чисел. Задача сортировки элементов

массива решается с помощью следующего алгоритма:

```

For i:= 1 to n-1 do
begin
  Min:= A[i];
  i_min:= i;
  For j:= i+1 to n do
  If A[j] < Min then
  begin
    Min:= A[j];
    i_min:= j;
  end;
  A[i_min]:= A[i];
  A[i]:= Min;
end;

```

В данном алгоритме A представляет собой одномерный массив, в котором выполняется сортировка методом простого выбора, i – позиция текущего элемента, Min – значение текущего минимума и i_min – позиция минимального элемента среди элементов от $i+1$ до n . Изначально значение минимума инициализируется значением текущего элемента массива. После нахождения минимального элемента, он меняется местами с текущим элементом массива.

Визуализатор отображает массив в виде смежных ячеек (рис. 3), которые могут перемещаться во время выполнения алгоритма, чтобы таким образом помочь студентам преодолеть трудности в осво-

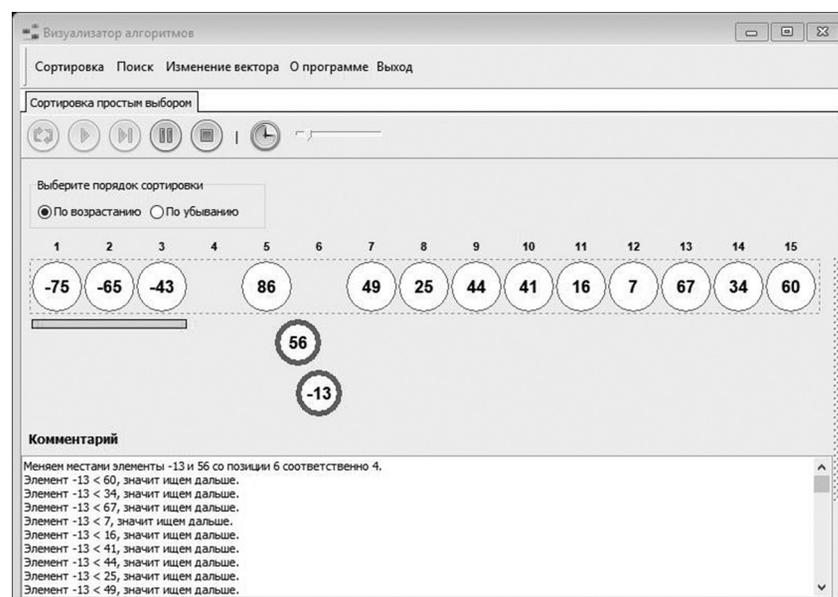


Рис. 3. Визуализация алгоритма сортировки методом простого выбора

ении механизма работы алгоритма и построить эффективные ментальные модели [10], основываясь на предыдущем полученном опыте в процессе усвоения материала курса. Действия, которые являются критическими для внутренней логики алгоритма, описываются как «интересные» события (например, замена местами двух элементов массива при сортировке). Во время выполнения алгоритма в визуализаторе каждый шаг, соответствующий текущему событию, детализируется в окне комментариев, что помогает студентам связать действие алгоритма с соответствующим графическим представлением. Другой важной особенностью визуализатора является анимация управляющих переменных (индексы j , i_{min}), которые выделяются соответственно синим и красным цветом, что способствует пониманию студентами механизма выполнения алгоритма при автоматическом изменении значений индексов массива.

По сравнению с другими способами ведения лекционного занятия по объяснению алгоритмов можно выделить наиболее значимые преимущества в применении визуализаторов:

– визуализация передаёт динамическое понятие алгоритма;

– визуальное представление работы алгоритма может помочь преподавателям на лекционных занятиях затратить меньше времени на объяснение теоретического материала и продемонстрировать студентам на практике работу алгоритмов. Преподаватели могут продемонстрировать поведение алгоритма на различных наборах входных данных, используя мультимедиа-проектор в аудитории, что позволит студентам получить более обширное представление о работе обсуждаемого алгоритма, сложности алгоритма и разли-

чиях в его поведении в ответ на определённые наборы данных.

– динамическая визуализация выполнения алгоритма позволяет наглядно показать такую значимую характеристику алгоритма, как его трудоёмкость, особенно в ходе пошаговой демонстрации, аналогично режиму трассировки программ.

В заключение систематизируем результаты, полученные в процессе усвоения студентами содержание раздела «Статические структуры данных» в рамках курса «Основы программирования» с использованием визуализатора алгоритмов. Опыт показал, что при изучении теоретического материала с использованием визуализатора алгоритмов в ходе лекционных занятий целесообразно использовать следующие формы и приёмы обучения:

– предварительное самостоятельное знакомство студентов с изучаемым алгоритмом с помощью визуализатора;

– коллективный разбор различных алгоритмов для заданного набора входных данных с использованием компьютера и мультимедиа-проектора, поясняющих в наглядной форме основные понятия изучаемого алгоритма;

– систематический опрос в ходе лекционного занятия;

– предоставление студентам после лекции всех визуализаторов в электронном формате;

– определение результатов работы визуализатора для определённого алгоритма (пошаговая трассировка).

По окончании изучения раздела «Статические структуры данных» в рамках курса «Основы программирования» было проведено анкетирование студентов с целью выявления мнения студентов относительно влияния визуализатора алгоритмов на их учебную деятельность, практичности и полезности применения визуализатора алгоритмов в ходе усвоения механизма работы алгоритма. В опросе приняли участие студенты 1 курса (26 участников), обучающихся по специальности «Информатика». Результаты опроса приведены в таблице.

Результаты проведения анкетирования студентов также показали следующее:

1. 78% студентов отметили, что визуализация работы алгоритма помогла им определить свои логические ошибки в алгоритме и изменить код программы для решения поставленных задач, 90% – осмыслить процесс выполнения алгоритма, так как динамическая визуализация позволяет быстрее и легче понять работу алгоритма, чем словесное объяснение.

Таблица

Результаты опроса студентов

№	Вопросы	Ответы студентов	
		Положит. (%)	Отрицат. (%)
1.	Мне было легко понять, как работает визуализатор алгоритмов	87	13
2.	Мне было легко использовать визуализатор алгоритмов	89	11
3.	Вывод комментариев при пошаговой демонстрации помогли мне понять механизм работы алгоритма	78	22
4.	Динамическая визуализация работы алгоритма помогла мне связать команды алгоритма с их назначением	92	8
5.	Работа с визуализатором помогла мне решить задачи, в которых применяются алгоритмы по обработке статических структур данных (массивы).	82	18

2. 84% опрошенных среди плюсов применения визуализаторов алгоритмов в учебном процессе указали возможность экспериментировать с визуализацией работы алгоритма для различных ситуаций, 88% – возможность улучшить понимание как теоретических, так и практических вопросов, поскольку визуализатор отображает ход выполнения алгоритма и изменение состояний выходных данных, 54% – возможность активного вовлечения в учебный процесс, 72% – возможность получить немедленную обратную связь на выполненное действие, а для 56% опрошенных важной является возможность обучения в своём собственном режиме и ни один студент не отметил, что применение визуализатора алгоритмов не является эффективным средством при изучении алгоритмов.

3. 86% студентов отметили, что применение визуализаторов алгоритмов повышает

увлекательность занятий, 61% – увеличивает активность познавательного процесса и интенсивность учёбы, 75% – повышает активность студентов на занятиях и продуктивность взаимодействия с преподавателем.

В целом, студенты положительно оценили визуализатор и вклад визуализации в развитие алгоритмического мышления, преодоление трудностей в изучении алгоритмов по обработке статических структур данных (массивы) и решение задач на основе рассмотренных алгоритмов.

Заключение

Визуализация алгоритма предоставляет альтернативный способ в объяснении тем по основам алгоритмизации и программирования студентам, которые легче усваивают материал при его визуальном способе представления по сравнению со словесным способом.

На лекционном занятии студенты в результате извлекут больше полезной информации, если визуализаторы будут использованы для объяснения хода работы алгоритмов. Конечно, визуальное представление материала не ново, так как большинство преподавателей используют дополнительные наглядные материалы (слайды, плакаты) в ходе объяснения лекционного курса. Визуализаторы алгоритмов используются нами как вспомогательное средство обучения для наглядного представления работы алгоритма.

Визуализаторы могут быть использованы для демонстрации работы алгоритмов как в старших классах на уроках информатики, так и в университете при изучении основ алгоритмизации и программирования, так как позволяет в наглядной и простой форме изучить простейшие алгоритмы и усвоить механизм их работы.

Литература

1. Cadrul național al calificărilor: Învățământul Superior. Chișinău: Bons Offices, 2015. 493 с. [Электрон. ресурс] Режим доступа: https://mecs.gov.md/sites/default/files/cnc_22_31_32_33_34_38_42_44_55_85.pdf
2. Нефедова В.Ю., Прилепина А.В. О дидактических средствах изучения содержательной линии информатики «Алгоритмизация и программирование» [Электрон. ресурс] // Письма в Эмиссия. Оффлайн. 2018. №4 (апрель). Режим доступа: <http://www.emissia.org/offline/2018/2607.htm>
3. Дейнего Н.В., Кабак В.И., Моглан Д.В. Основы программирования: Базовый курс. Бэлць: Бельцкая университетская пресса, 2016. 234 с.
4. Дробушевич Л.Ф., Конах В.В. Использование визуальных технологий в процессе обучения программированию // Информатизация образования – 2010: педагогические аспекты создания информационно-образовательной среды: материалы межд. науч. конф. Минск, 2010. С. 166–170.
5. Кнут Д. Искусство программирования. Том 1. Основные алгоритмы. М.: Вильямс, 2002. 720 с.
6. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривес Р. Алгоритмы. Построение и анализ. М.: МЦНМО, 2001. 960 с.

7. Газейкина А.И. Стили мышления и обучение программированию студентов педагогического вуза [Электрон. ресурс] // Информационные технологии в образовании. 2006. Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2006/Moscow/I/1/I-1-6371.html>

8. Еремин О.Ф. Методическое пособие по программированию на языке Паскаль. М.: Моздок, 2009. 49 с.

9. Смольянинов А.В. Возможности среды визуального программирования BLS для использования в учебном процессе // Компьютерные инструменты в образовании. 1999. № 1. С. 15–21.

10. Баженова И.В. Визуальное моделирование в обучении программированию // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. Педагогические науки. 2017. № 6. С. 15–20.

11. Калитина В.В. Методика ментального обучения программированию студентов информационных направлений подготовки // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2015. №1 (31). С. 45–48.

12. Казаков М.А., Шалыто А.А. Использование автоматного программирования для реализации автоматов // Компьютерные инструменты в образовании. 2004. №2. С. 19–33.

13. Katai Z., Juhasz K., Adorjani A.K. On the role of senses in education // *Computers & Education*. 2008. Vol. 51 (4). С. 1707-1717. DOI: 10.1016/j.compedu.2008.05.002.

14. Avancena A.T., Nishihara A. Usability and pedagogical assessment of an algorithm learning tool: A case study for an introductory programming course for high school [Электрон. ресурс] // *Issues in Informing Science and Information Technology*. 2015. Vol. 12. P. 21-43. DOI: 10.28945/2184. Режим доступа: <http://iisit.org/Vol12/IISITv12p021-043Avancena1817.pdf>

15. Hundhausen C., Douglas S.A., Stasko J.T. A meta-study of algorithm visualization effectiveness

[Электрон. ресурс] // *Journal of Visual Languages and Computing*. 2002. Vol. 13. С. 259-290. DOI: 10.1006/S1045-926X(02)00028-9. Режим доступа: <https://www.cc.gatech.edu/~john.stasko/papers/jvlc02.pdf>

16. Naps T. L., Roessling G., Almstrum V., Dann W., Fleischer R., Hundhausen C.D. Exploring the role of visualization and engagement in computer science education // *SIGCSE Bulletin*. 2003. Vol. 35(2). P. 131-152. DOI: 10.1145/960568.782998.

17. Bloom B.S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I: Cognitive domain. New York: Longman, 1994. 207 p.

References

1. Cadrul național al calificărilor: Învățământul Superior. Chișinău: Bons Offices; 2015. 493 p. [Internet] URL: https://mecc.gov.md/sites/default/files/cnc_22_31_32_33_34_38_42_44_55_85.pdf

2. Nefedova V.Yu., Prilepina A.V. On the didactic means of studying the informatics content line "Algorithmization and Programming" [Internet]. Pis'ma v Emissiya. Offlayn = Letters to the issue. Offline. 2018; 4 (April). URL: <http://www.emissia.org/offline/2018/2607.htm> (In Russ.)

3. Deynego N.V., Kabak V.I., Moglan D.V. Osnovy programmirovaniya: Bazovyy kurs. = Basics of programming: Basic course. Balti: Balti University Press; 2016. 234 p. (In Russ.)

4. Drobushевич L.F., Konakh V.V. The use of visual technology in the process of learning programming. Informatizatsiya obrazovaniya – 2010: pedagogicheskiye aspekty sozdaniya informatsionno-obrazovatel'noy sredy: materialy mezhd. nauch. konf. = Informatization of education – 2010: pedagogical aspects of creating an informational and educational environment: materials of scientific conference. Minsk; 2010: 166-170. (In Russ.)

5. Knut D. Iskusstvo programmirovaniya. Tom 1. Osnovnyye algoritmy. = The art of programming. Volume 1. The main algorithms. Moscow: Williams; 2002. 720 p. (In Russ.)

6. Kormen T., Leyzerson Ch., Rives R. Algoritmy. Postroyeniye i analiz = Algorithms. Construction and analysis. Moscow: MTSNMO; 2001. 960 p. (In Russ.)

7. Gazeykina A.I. Thinking styles and programming training for students of a pedagogical university [Internet]. Informatisionnyye tekhnologii v obrazovanii = Information technologies in education. 2006. URL: <http://ito.edu.ru/2006/Moscow/I/1/I-1-6371.html> (In Russ.)

8. Eremin O.F. Metodicheskoye posobiye po programmirovaniyu na yazyke Paskal' = Methodical manual on programming in Pascal. Moscow: Mozdok; 2009. 49 p. (In Russ.)

9. Smol'yaninov A.V. Features of the visual programming environment BLS for use in the educational process. Komp'yuternyye instrumenty v obra-

zovanii = Computer tools in education. 1999; 1: 15-21. (In Russ.)

10. Bazhenova I.V. Visual modeling in teaching programming. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Pedagogicheskiye nauki = Bulletin of the Chelyabinsk State Pedagogical University. Pedagogical sciences. 2017; 6: 15-20. (In Russ.)

11. Kalitina V.V. Methodology of mental training in programming students of information areas of training. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'yeva = V.P. Astafieva Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University. 2015; 1 (31): 45-48. (In Russ.)

12. Kazakov M.A., Shalyto A.A. The use of automation programming for the implementation of automata. Komp'yuternyye instrumenty v obrazovanii = Computer tools in education. 2004; 2: 19-33. (In Russ.)

13. Katai Z., Juhasz K., Adorjani A.K. On the role of senses in education. *Computers & Education*. 2008. Vol. 51 (4): 1707-1717. DOI: 10.1016/j.compedu.2008.05.002.

14. Avancena A.T., Nishihara A. Usability and pedagogical assessment of an algorithm learning tool: A case study for an introductory programming course for high school [Internet]. *Issues in Informing Science and Information Technology*. 2015. Vol. 12: 21-43. DOI: 10.28945/2184. URL: <http://iisit.org/Vol12/IISITv12p021-043Avancena1817.pdf>

15. Hundhausen C., Douglas S.A., Stasko J.T. A meta-study of algorithm visualization effectiveness [Internet]. *Journal of Visual Languages and Computing*. 2002. Vol. 13: 259-290. DOI: 10.1006/S1045-926X(02)00028-9. URL: <https://www.cc.gatech.edu/~john.stasko/papers/jvlc02.pdf>

16. Naps T. L., Roessling G., Almstrum V., Dann W., Fleischer R., Hundhausen C.D. Exploring the role of visualization and engagement in computer science education. *SIGCSE Bulletin*. 2003. Vol. 35(2): 131-152. DOI: 10.1145/960568.782998.

17. Bloom B.S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I: Cognitive domain. New York: Longman; 1994. 207 p.

Сведения об авторе

Диана Васильевна Моглан

*К. пед. н., доцент кафедры математики и информатики факультета точных наук, экономики и окружающей среды
Бельцкий государственный университет им.
А.Руссо,
Бельцы, Республика Молдова
Эл. почта: di_2008@mail.ru*

Information about the author

Diana V. Moglan

*Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor of the
Department of Mathematics and Computer Science,
Faculty of Exact Sciences, Economics and the
Environment
Alecu Russo Balti State University, Bălți, Republic of
Moldova
E-mail: di_2008@mail.ru*

Проблема анализа больших веб-данных и использование технологии Data Mining для обработки и поиска закономерностей в большом массиве веб-данных на практическом примере

Целью работы является исследование современных проблем и перспектив решения обработки больших данных, получаемых или сохраняемых в сети Интернет (веб-данных), а так же возможность практической реализации технологии Data Mining для больших веб-данных на практическом примере.

Материалы и методы. Исследование включало в себя обзор библиографических источников по проблемам анализа больших данных.

Была применена технология Data Mining для анализа больших веб-данных, а также компьютерное моделирование практической задачи с помощью языка программирования C# и создания структуры базы данных на языке описания данных DDL для накопления веб-данных.

Результаты. В ходе работы описана специфика больших данных, были выделены основные характеристики больших данных, а также были проанализированные современные подходы к обработке больших данных. Дана краткая характеристика горизонтально-масштабируемой архитектуры и архитектуры BI-решения для обработки больших данных. Сформулированы проблемы обработки больших веб – данных: ограничение скорости доступа к данным, организация доступа по сетевым протоколам через сети общего назначения.

Так же был реализован пример, показывающий подход к обработке больших веб-данных. На основе представления о больших данных, описанных сложностях обработки веб-данных и методах Data Mining, были предложены приёмы эффективного решения поставленной практической задачи обработки и поиска закономерностей в большом массиве данных.

Были разработаны следующие классы на языке программирования C#:

класс получения веб-данных через Интернет;

класс преобразования данных;

класс интеллектуальной обработки данных.

Создан DDL-скрипт, создающий структуру для накопления веб-данных.

Разработана единая UML-диаграмма классов.

Построенная система данных и классов позволяет решить основную часть проблем обработки больших веб-данных и выполнить интеллектуальную обработку по технологии Data Mining с целью решения поставленной задачи выявления определенных записей в большом массиве. Сочетание объектно-ориентированного подхода, нейронных сетей и BI-анализа для фильтрации данных позволит максимально ускорить процесс обработки данных и получения результата исследования

Заключение. По результатам проведённого исследования, можно утверждать, что современное состояние технологии анализа больших веб-данных позволяет эффективно обрабатывать объекты данных, выявлять закономерности, получать скрытые данные и получать полноценные статистические данные.

Полученные результаты могут использоваться как в целях первичного изучения технологий обработки больших данных, так и в качестве основы разработки уже реального приложения для анализа веб-данных. Использование нейронных сетей и созданных универсальных классов-обработчиков делает созданную архитектуру гибкой и самообучаемой, а декларации классов и DDL-структура базы существенно упростят разработку программного кода.

Ключевые слова: большие данные, Data Mining, веб - данные, Business Intelligence (BI), DDL-структура, анализ данных, big data, интеллектуальная обработка данных

Ksenia V. Mulyukova, Victor M. Kureichik

Engineering-Technological Academy of SFU, Rostov-on-Don, Russia

The problem of analysis of big web data and the use of data mining technology for processing and searching patterns in big web data on a practical example

The purpose of the work is to study the current problems and prospects of the solution for processing big data received or stored in the Internet (web data), as well as the possibility of practical realization of Data Mining technology for big web data on practical example.

Materials and methods. The study included a review of bibliographic sources on big data analysis problems.

Data Mining technology was used to analyze large web data, as

well as computer modeling of a practical problem using the C # programming language and creating a DDL database structure for accumulating web data.

Results. In the course of the work, the specifics of big data were described, the main characteristics of big data were highlighted, and modern approaches to processing big data were analyzed. A brief description of the horizontal-scalable architecture and the

* Работа выполнена за счет частичного финансирования по гранту РФФИ ГР №18-07-00050

BI-solution architecture for big data processing is given. The problems of processing large web data are formulated: limiting the speed of access to data, providing access via network protocols through general-purpose networks.

An example showing the approach to processing large web data was also implemented. Based on the idea of big data, the described complexities of web data processing and the methods of Data Mining, techniques were proposed for effectively solving the practical problem of processing and searching patterns in a large data array.

The following classes have been developed in the C # programming language:

Class of receiving web data via the Internet;

Data conversion class;

Intelligent data processing class;

Created DDL script that creates a structure for the accumulation of web data.

A single UML class diagram has been developed.

The constructed system of data and classes allows to solve the main part of the problems of processing large web data and perform in-

telligent processing using Data Mining technology in order to solve the problem posed of identifying certain records in a large array. The combination of object-oriented approach, neural networks and BI-analysis to filter data will speed up the process of data processing and obtaining the result of the study

Conclusion. According to the results of the study, it can be argued that the current state of technology for analyzing large web data allows you to efficiently process data objects, identify patterns, get hidden data and get full-fledged statistical data.

The obtained results can be used both for the purpose of the initial study of big data processing technologies, and as a basis for developing an already real application for analyzing web data. The use of neural networks and the created universal classes-handlers makes the created architecture flexible and self-learning, and the class declarations and the base DDL structure will greatly simplify the development of program code.

Keywords: big data, Data Mining, web data, Business Intelligence (BI), DDL structure. data analysis, big date

Введение

За последнее десятилетие объем создаваемых данных стремительно растет. Каждую секунду формируется более 30 тысяч гигабайт данных, и скорость их создания только увеличивается. Нам постоянно приходится иметь дело с разнообразными данными. Пользователи создают контент вроде сообщений в блогах и социальных сетях, публикуя свои видео и фотографии [1]. Серверы постоянно регистрируют сообщения о выполняемых операциях и размещают контент пользователей. Интернет окончательно стал основным и неотъемлемо большим хранилищем и источником данных.[2]

Обработка данных средствами вычислительной техники является одной из основных задач большинства информационных систем. Любая информация, структурированная определённым образом, может быть обработана как для получения непосредственных результатов вычислений, так и для подготовки к передаче по каналам связи или дальнейшей обработки. По мере развития средств хранения и коммуникаций, объёмы информации возрастают нелинейно. Количественное изменение массива обрабатываемой информации переходит в качественное новое состояние — большие данные.

До начала 2000-х годов, можно говорить об отсутствии больших данных в практической и теоретической областях знаний. Большая часть массивов данных на тот период была локальна, структурирована и сосредоточена, а не распределена между различными узлами. Качественный скачок в появлении больших данных связывают с двумя факторами:

- резкий рост с началом 2000-х годов объёма цифровой информации;
- массовое повышение скорости доступа в сеть Интернет, что сделало возможным не только передачу, но и хранение данных с постоянным доступом.

Активное формирование больших данных, как научного направления началось в 2008, когда Клиффорд Линч ввел термин «большие данные» в журнале «Nature».

В 2010 г. XXI в. в своих книгах Марц Натан и Уоррен Джеймс дают представление о теоретических основах больших данных, а также об их реализации на практике [3].

До перехода глобальной сети на новую методику проектирования, получившую название Web 2.0. Интернет предоставлял скорее услуги связи и передачи данных, чем глобальную систему хранения. Но с переходом на Web 2.0. Интернет становится глобальным хранилищем данных.

Авинаш Кошик в своей книге пишет, что «Интернет — совершенно уникальное явление, не похожее ни на что другое. И оно требует совершенно индивидуального подхода к проблеме обработки данных [4].»

К проблемам хранения и обработки больших данных, размещённых в сети Интернет, добавлены дополнительные особенности, обусловленные спецификой хранения веб-данных:

- веб-данные расположены в сети Интернет и к ним нет прямого доступа — вся обработка выполняется через межсетевое взаимодействие;
- скорость доступа к веб-данным существенно ниже скорости доступа к локальным данным;
- из-за нестабильных каналов связи, возможны ошибки передачи и последующей обработки этих данных, что потребует дополнительной интеллектуальной проверки результатов.

На данный момент не существует единых устоявшихся решений ни в области теоретических способов обработки, ни на рынке программных продуктов для подобных задач. Как правило, компании и разработчики, связанные с обработкой больших веб-данных, реализуют собственные решения или адаптируют существующие.

Актуальность выбранной темы обусловлена трендом по «цифровизации» всех аспектов жизни современного общества. Как показали исследования, каждые два года в течение последних трёх десятилетий количество информации увеличивается приблизительно в десять раз – темп, который оставляет далеко позади даже закон Мура об удвоении мощности процессоров. Соответственно, перед современным обществом с каждым годом всё острее и острее будет вставать проблема хранения и, главное – обработки больших объёмов информации. Данная проблема будет становиться всё острее, т.к. темп роста информации превышает темп роста вычислительных мощностей в мире, в связи с чем потребуется разработка соответствующих методик, которые были бы способны оперировать такими большими объёмами данных.

Целью работы является исследование современных проблем и перспектив решения обработки больших данных, получаемых или сохраняемых в сети Интернет (веб-данных), а так же возможность практической реализации технологии Data Mining для больших веб-данных на практическом примере.

Что такое большие данные?

Под большими данными обычно подразумеваются обобщенные наборы, включающие в себя структурированные и неструктурированные данные, существенные по объему и разнообразные по структуре [5].

Сформулируем характерные признаки больших данных, которые позволили бы не количественно, но качественно отличить их от обычных, традиционных массивов данных. Как и любое нечеткое понятие, определяемое чаще всего по факту, оно может быть описано несколькими признаками, дополняющими друг друга. Чем больше признаков соответствует исследуемому набору данных, тем более вероятно, что массив относится к большим данным. Выделим более подробно основные признаки:

Масштабность. Если обычные данные чаще всего локализованы как частные базы данных, хранящие узкие данные (бухгалтерия предприятия, списки сотрудников, отчеты о продажах) – то большие данные содержат масштабные записи, включающие в себя сведения о миллионах людей или об огромных территориях, например, общегосударственный реестр сделок с недвижимостью или база биллинга оператора сотовой сети.

Распределенность. Традиционно конкретные данные содержатся на одном-двух носителях, обрабатываются в едином адресном пространстве приложения и не превышают размеров файловой системы. Большие данные чаще всего распределены между многими носителями.

Многоструктурность. Классические структуры данных оформляются в виде кортежей «поля-записи» в случае реляционных таблиц, или в виде хранилища типовых документов в документо-ориентированных системах. Большие данные могут содержать сотни различных структур, часть из которых даже не имеет описания данных на уровне хранилища, что требует перестраивать обработку данных по мере выявления новых структур.

Протяженность по времени. Чаще всего, типовые массивы данных содержат информацию за небольшой период времени – текущий месяц, квартал, отчетный год. Этого достаточно для задач учета и первичного анализа. Большие данные могут хранить информацию за десятки лет, что требует введения особых методов вычислений, если расчеты касаются временной динамики.

Для более доступного восприятия данной информации была создана следующая таблица.

Таблица

Характерные признаки больших данных

Признак	Пример
Масштабность	Большие данные содержат огромные потоки информации
Распределенность	Большие данные распределены по многим носителям
Многоструктурность	Большие данные содержат множество различных структур
Протяженность по времени	Зачастую большие данные содержат информацию за большой временной срок

В данный момент на практике используются два основных подхода к обработке больших данных: горизонтально-масштабируемая архитектура обработки данных и архитектура **VI**-решения для обработки больших данных.

Горизонтально-масштабируемая архитектура обработки данных использует отдельные узлы для обработки отдельных частей данных, и применяет централизованный узел связи только для синхронизации своей работы [6]. С практической точки зрения это означает, что для увеличения мощности вычислительной системы в два раза, достаточно удвоить число вычислительных узлов без увеличения стоимости и сложности отдельного узла.

Альтернативным подходом к обработке больших данных является т.н. **Business Intelligence (BI)** [7], совокупность методов и технологий для интеллектуальной обработки в первую очередь деловых данных. Этот подход подразумевает, что данные переводятся в форму более удобную для дальнейшей обработки и затем анализируются традиционными инструментами [8].

Все вышеперечисленные подходы применимы к большим данным в обобщенной форме. При использовании веб-данных, перечис-

ленные технологии осложняются факторами специфики сетевых приложений. Наибольшей сложностью на практическом уровне использования является ограничение скорости доступа к данным, из-за чего даже относительно небольшие массивы могут обрабатываться недели и месяцы. Другую типичную проблему представляет организация доступа по сетевым протоколам через сети общего назначения, что с одной стороны понижает безопасность данных [9], а с другой — усложняет программную реализацию решения по обработке.

На примере постановки задачи для веб-ориентированного способа обработки больших данных, мы опишем решение подобной проблемы и разработаем архитектуру системы.

2. Использование технологии Data Mining для решения задач, которые содержат большие веб-данные

Обработка больших данных представляет собой комплексную задачу, не имеющую однозначного решения и осложненную рядом факторов. На эти факторы дополнительно накладываются проблемы канала доступа к информации и вопросы сетевых протоколов в процессе обработки веб-данных.

Сформулируем практическую задачу, подходящую по условиям к описанным ранее признакам для больших данных.

2.1. Пример практической реализации задачи поиска инвестиционных объектов в базе данных объявлений

Практическая задача обработки больших веб-данных—найти среди большого объема данных о продажах недвижимости (порядка 30-40 миллионов записей) такие объекты, которые покупались и продавались несколько раз в течение указанного периода времени. В основе такого анализа лежат следующие аппроксимации:

- 1) Покупка и продажа выполнялась не менее 2 раз за период.
- 2) Параметры объекта совпадают с точностью до адреса.
- 3) Каждый объект имеет уникальный код, который может быть найден в базе, но повторная покупка или продажа создает новый код.
- 4) Возможны различные вариации записи адреса.

Очевидно, что подобная задача, выполняемая традиционными способами через линейные запросы к базе данных, потребует времени, которое пропорционально как минимум второй степени количества записей для двух продаж или покупок. Применительно к веб-данным, задача уточняется следующими двумя положениями:

- 1) Различные записи находятся на различных источниках в сети Интернет, доступ к которым

может быть ограничен по скорости или по числу запросов за период

- 2) Структура данных на каждом источнике отличается

Таким образом, мы имеем уточненное задание обработки больших данных в сети Интернет, которые являются распределенными и неструктурированными, но над которыми необходимо выполнить анализ по строгим правилам расчета.

Для решения подобных задач, используют технологию Data Mining. Под этим названием обозначают совокупность методов, позволяющих извлекать полезные сведения по определенным правилам из объема собранных данных, в которых эти сведения содержатся неявно [2]. При этом используют как статистические, так и интеллектуальные методы обработки [10]. Поставленная нами задача подходит под эти условия — в большом массиве записей о продаже/покупке есть интересующие нас сведения об инвестиционных объектах, но мы не можем получить эти данные явным образом.

Для применения Data Mining к конкретной задаче, необходимо выполнить следующие подготовительные шаги:

- 1) Определить правила, по которым будут вычисляться интересующие нас данные;
- 2) Записать эти правила на искусственном языке работы с базой данных [11]

Применительно к веб-данным, потребуются два дополнительных шага:

- 1) Разработать надежный алгоритм для получения данных из источников данных для алгоритма;
- 2) Разработать модули-переходники, которые приведут различные данные к единообразному виду перед их передачей в алгоритм.

Для наглядности приведем на рис. 1 обобщенную архитектуру приложения для решения указанной задачи.

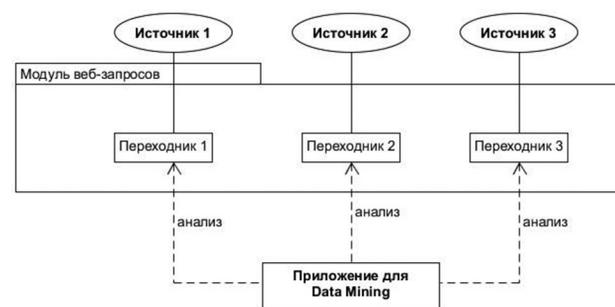


Рис. 1. Архитектура приложения для обработки веб-данных

На основе представления о больших данных, описанных сложностях обработки веб-данных и методах Data Mining, мы сформируем приём эффективного решения поставленной ранее задачи обработки и поиска закономерностей в большом массиве данных.

Хотя данная статья не предполагает полноценной разработки программного решения, мы опишем отдельные части системы на языке С# в виде деклараций классов, а структуру базы данных — на языке DDL. Это позволит более конкретно представить технологию решения задачи с использованием Data Mining в области больших веб-данных.

2.2. Получение веб-данных через Интернет

В соответствии со спецификой обработки больших веб-данных, мы создаем модуль, который позволит получать данные из Интернет через относительно медленный и нестабильный канал связи. Такой модуль позволит выполнять Data Mining на произвольном количестве источников, без потери качества и с максимально возможной эффективностью в заданных условиях. Опишем интерфейс класса для реализации модуля получения веб-данных.

```
public class WebGetter
{
    public string getData(string ActiveSource, ref bool isSourceOk) ;
    public bool testConnection() ;
}
```

где первый метод — получает данные из источника и проверяет, активен ли источник в данное время. В случае, если источник по каким-то причинам перестал отвечать на запрос, класс переключается на другой источник и таким образом, экономит время для обработки. Второй же метод проверяет наличие Интернет-соединения и позволяет временно отключить обработку данных, если нет возможности получить новые сведения из источников.

Несмотря на то, что данный метод применим как к большим данным, так и к любым Интернет-программам, выполняющим загрузку данных, его применение в нашей задаче особенно актуально в силу большого количества данных и их источников.

2.3. Модули преобразования данных

После получения данных из разных источников, мы должны подготовить их для сохранения в постоянной или временной базе к последующей передаче в алгоритмы Data Mining. Это необходимо для обработки разнородных данных [12], которые должны быть приведены в единый формат. Приведение может быть как постоянным с сохранением в базе данных, так и временным на этапе обработки. Поскольку веб-данные гораздо сложнее получить, чем обработать, представляется целесообразным в ряде случаев использовать временное интеллектуальное преобразование данных.

Здесь применяется нейронная сеть [13], которая получает входной формат строки с данными, предположительно содержащими в себе информацию об объектах недвижимости. Предварительное обучение и последующее получение

данных позволит ускорить преобразование разнородных данных [14]. Класс такого интеллектуального анализа показан ниже.

```
public class ConvertString
{
    public void learnParam(string source, string name, string value) ;
    public Dictionary<string,string> extractData(string source) ;
}
```

где первый метод получает строку исходных веб-данных и параметр, который в ней содержится, а второй метод позволяет получать данные из строки на основе ранее выполненного обучения.

2.4. Структура базы данных

Структура базы данных, оптимизированная для Data Mining, может быть как реляционной, так и документо-ориентированной [15]. С учетом большого количества данных и малого размера одной записи в изучаемой системе, мы выбираем реляционную базу данных, однако, вводим некоторые поправки на специфику веб-данных и интеллектуальную обработку:

1) Часть данных сохраняется в том виде, в каком получена из источника — это может применяться для последующего обучения нейронной сети

2) Каждая запись имеет указание на веб-источник — это не требуется для анализа данных нашей задачи, но будет полезно для выявления других закономерностей

Ниже приведен DDL-скрипт, создающий структуру для накопления веб-данных.

```
CREATE TABLE ADVS (
    ID INTEGER NOT NULL,
    ADDRESS VARCHAR(255),
    DATEENTER DATE,
    CITY VARCHAR(32),
    ROOMTYPE VARCHAR(32),
    OPERTYPE VARCHAR(32),
    FLOOR VARCHAR(3),
    FLOORALL VARCHAR(3),
    SOURCE VARCHAR(32),
    SQUARE VARCHAR(5),
    PRICE VARCHAR(9)
);
```

В заданной таблице каждое поле содержит отдельные данные. Для первичной обработки по VI-методике, огромный массив данных предварительно будет отфильтрован по простым полям, таким как этаж и площадь, а уже далее более компактные наборы будут обрабатываться интеллектуальной технологией Data Mining.

2.5. Интеллектуальная обработка данных

На уровне обработки полученных больших данных, мы будем применять описанную ранее модель VI-анализа [16], которая позволит провести предварительный отбор данных для получения результатов. Для получения инвестиционных объектов, необходимо отобрать объекты с совпадающим адресом и чередованием операций «купля-продажа» не менее двух раз, при этом все остальные параметры объекта, кроме цены, должны совпадать для дополнительной проверки.

В рассматриваемой задаче сформируем условия предварительной интеллектуальной обработки по адресу. Эту обработку должна выполнять упрощенная нейронная сеть, обучаемая на сравнении адресов.

1) Дом без квартиры считает равным дому без квартиры, если по этому адресу нет ни одного объекта с квартирой

2) Дом с квартирой считается равным дому с такой же квартирой, если нет уточняющих индексов квартиры.

3) Номера домов считаются равными, если они совпадают с точностью до дроби/литера, или если таковые отсутствуют.

Создаваемый фильтр интеллектуальной обработки состоит из двух частей — обучения и проверки. Класс AddressCompare, используемый для предварительной обработки, приведен ниже

```
public class AddressCompare
{
    public void learnComparison(string address1, string address 2, bool isequal) .
    public bool doComparison(string address1, string address 2);
}
```

где первый метод получает два адреса и значение, равны ли они, а второй позволяет на основе обученной сети получить их сравнение.

Для наглядности выше изложенной информации обобщим все классы в единую UML-диаграмму, показанную на рис. 2.

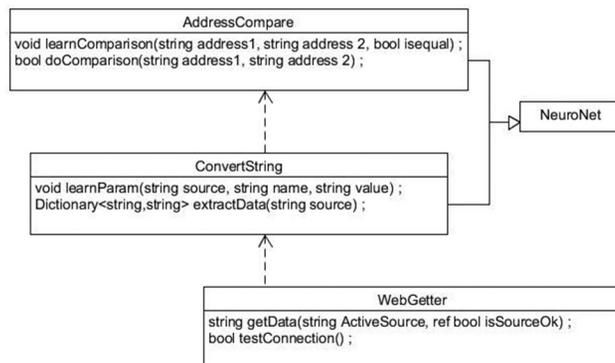


Рис. 2. UML-диаграмма системы обработки больших веб-данных

Построенная система данных и классов позволит решить основную часть проблем обработки больших веб-данных и выполнить интеллектуальную обработку по технологии Data Mining с целью решения поставленной задачи выявления определенных записей в большом массиве. Сочетание объектно-ориентированного подхода, нейронных сетей и ВІ-анализа для фильтрации данных позволит максимально ускорить процесс обработки и получения результата исследования

Приведенная архитектура решения позволяет выполнять эффективный анализ больших веб-данных, получаемых из разных источников. Конкретное решение может отличаться в деталях и зависеть от используемой программно-аппаратной платформы. В общем случае, при реализации данной архитектуры обработки веб-данных на уровне программного кода, необходимы дополнительные уточнения задачи:

1) Какой формат данных предполагается использовать для выходных результатов анализа?

2) Будет ли приложение обрабатывать данных на десктопах, или предназначаться для серверной обработки?

3) Каковы требования к операционному окружению приложения?

Также нерассмотренным остался вопрос о масштабируемости системы. Как и большинство систем обработки больших данных, она должна быть горизонтально расширяемой, за счет включения новых узлов — это требует параллелизации обработки как на уровне получения, так и анализа данных. Отчасти эта проблема решается встроенными средствами кластеризации, которую предоставит фреймворк [17] разработки или среда выполнения.

Заключение

Область обработки больших данных всё еще является достаточно сложной с практической точки зрения и требующей дополнительного изучения в теории.

В процессе исследования:

- 1) Описана специфика больших данных.
- 2) Сформулированы проблемы обработки больших веб-данных и способы их преодоления.
- 3) Предложена экспериментальная задача по интеллектуальной обработке веб-данных.
- 4) Разработана архитектура системы, предназначенная для решения задач обработки больших веб-данных.

Полученные результаты могут использоваться как в целях первичного изучения технологий обработки больших данных, так и в качестве основы разработки уже реального приложения для анализа веб-данных. Использование нейронных сетей и созданных универсальных классов-обработчиков делает созданную архитектуру гибкой и самообучаемой, а декларации классов и DDL-структура базы существенно упростят разработку программного кода.

Литература

1. Хашковский В. В., Шкурко А. Н. Современные подходы в организации систем обработки больших объемов данных // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2014. № 8 (157). С. 241–250.
2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Технологии анализа данных. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. 2 изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 384 с.
3. Марц Н., Уоррен Д. Большие данные. Принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени. М.: Вильямс, 2017. 368 с.
4. Кошик А. Веб-аналитика 2.0 на практике. Тонкости и лучшие методики. М.: Вильямс, 2014. 528 с.
5. Большие Данные [Электрон. ресурс] // Толковый словарь на Академике. 2014. Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1422719> (дата обращения: 04.04.2019).
6. Кузнецов С.Д., Посконин А.В. Распределенные горизонтально масштабируемые решения для управления данными // Труды Института системного программирования РАН. 2013. № 24. С. 327–358.
7. Флегонтов А.В., Фомин В.В. Система интеллектуальной обработки данных // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2013. № 1 (154). С. 41–48.
8. Mitrovic S. Specifics of the integration of business intelligence and Big Data technologies in the processes of economic analysis // Бизнес-информатика. 2017. № 4 (42). С. 40–46.
9. Филяк П.Ю., Байларли Э.Э.О., Растворов В.В., Старченко В.И. Инструментальные средства для использования big data и data

mining в целях обеспечения информационной безопасности – подходы, опыт применения // Вестник Московского финансово-юридического университета. 2017. №2. С. 210-220.

10. Data Mining: что внутри. Набр. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/95209/> (Дата обращения: 04.04.2019).

11. Кадырова Н.О., Павлова Л., В. Эффективная методика обработки многомерных данных большого объема // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление . 2012. №6 (162). С. 118–124.

12. Новиков Б.А., Графеева Н.Г., Михайлова Е.Г. BIG DATA: Новые задачи и современные подходы // Компьютерные инструменты в образовании. 2014. №4. С. 10-18.

13. Лосева Е.Д., Антамошкин А.Н. Алгоритм автоматизированного формирования ансамблей нейронных сетей для решения сложных задач интеллектуального анализа данных // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2017. № 4. С. 234–243.

14. Автор. 2014.

15. Клеппман М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка. СПб: Питер, 2018. 740 с.

16. Флегонтов А. В., Фомин В. В. Система интеллектуальной обработки данных // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2013. №1 (154). С. 41–48.

17. Самарев Р.С. Обзор состояния области потоковой обработки данных // Труды Института системного программирования РАН. 2017. № 1 . С. 231–260.

References

1. KHashkovskiy V.V., Shkurko A.N. Modern approaches in the organization of systems for processing large volumes of data. Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki = News of the Southern Federal University. Technical science. 2014; 8 (157): 241–250. (In Russ.)
2. Barsegyan A.A., Kupriyanov M.S., Stepanenko V.V., KHolod I.I. Tekhnologii analiza dannykh. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. 2 izd. = Data analysis technologies. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. 2nd ed. SPb.: BHV-Petersburg; 2007. 384 p. (In Russ.)
3. Marts N., Uorren D. Bol'shiye dannyee. Printsipy i praktika postroyeniya masshtabiruyemykh sistem obrabotki dannykh v real'nom vremeni = Big data. Principles and practice of building scalable data processing systems in real time. Moscow: Williams; 2017. 368 p. (In Russ.)
4. Koshik A. Veb-analitika 2.0 na praktike. Tonkosti i luchshiyе metodiki = Web Analytics 2.0 in

practice. Subtleties and best practices. Moscow: Williams; 2014. 528 p. (In Russ.)

5. Bol'shiye Danyye = Big Data [Internet]. Tolkovyy slovar' na Akademike = Explanatory Dictionary on Academician. 2014. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1422719> (Cited: 04.04.2019). (In Russ.)

6. Kuznetsov P. D., Poskonin A. V. Distributed horizontally scalable solutions for data management. Trudy Instituta sistemnogo programmirovaniya RAN = Works of the Institute for System Programming of the Russian Academy of Sciences. 2013; 24: 327–358. (In Russ.)

7. Flegontov A. V., Fomin V. V. System of intellectual data processing. Izvestiya Rossiyskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gertsena = A.I. Herzen News of the Russian State Pedagogical University. 2013; 1 (154): 41–48. (In Russ.)

8. Mitrovic P. Specifics of the integration of business intelligence and Big Data technologies in

the processes of economic analysis. *Biznes-informatika*. 2017; 4 (42): 40–46.

9. Filyak P.Yu., Baylarli E.E.O., Rastvorov V.V., Starchenko V.I. Tools for using big data and data mining in order to ensure information security - approaches, application experience. *Vestnik Moskovskogo finansovo-yuridicheskogo universiteta = Bulletin of Moscow Financial and Law University*. 2017; 2: 210–220. (In Russ.)

10. Data Mining: chto vnutri. *Habr.* = Data mining: what's inside. *Habr.* [Internet] URL: <https://habr.com/ru/post/95209/> (Cited: 04.04.2019). (In Russ.)

11. Kadyrova N.O., Pavlova L.V. Effective methods for processing large-sized multidimensional data. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Informatika. Telekomunikatsii. Upravleniye = Scientific and Technical Gazette of the St. Petersburg State Polytechnic University. Computer science. Telecommunications. Management*. 2012; 6 (162): 118–124. (In Russ.)

12. Novikov B.A., Grafeyeva N.G., Mikhaylova E.G. BIG DATA: New tasks and modern approaches. *Komp'yuternyye instrumenty v obrazovanii = Computer tools in education*. 2014; 4: 10–18. (In Russ.)

13. Loseva E.D., Antamoshkin A.N. Algorithm for automated formation of neural network ensembles for solving complex data mining problems. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki. = News of Tula State University. Technical science*. 2017; 4: 234–243. (In Russ.)

14. The author. 2014. (In Russ.)

15. Kleppman M. *Vysokonagruzhennyye prilozheniya. Programmirovaniye, masshtabirovaniye, podderzhka = Highly loaded applications. Programming, scaling, support*. Saint Petersburg: Peter; 2018. 740 p. (In Russ.)

16. Flegontov A. V., Fomin V. V. System of intellectual data processing. *Izvestiya Rossiyskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gertsena = News of the Herzen Russian State Pedagogical University*. 2013; 1 (154): 41–48. (In Russ.)

17. Samarev R.S. Review of the state of the stream data processing area. *Trudy Instituta sistemnogo programmirovaniya RAN = Proceedings of the Institute for System Programming of the Russian Academy of Sciences*. 2017; 1 : 231–260. (In Russ.)

Сведения об авторах

Ксения Валериановна Мулюкова

Аспирант, Кафедра «Систем автоматического управления»

Инженерно-технологическая академия ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия

Эл. почта: mu.ksusha@yandex.ru

Виктор Михайлович Курейчик

Д.т.н., профессор, Кафедра «Систем автоматического управления»

Инженерно-технологическая академия ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия

Эл. почта: vmkureychik@sfedu.ru

Information about the authors

Ksenia V. Mulyukova

Postgraduate Student, Department of Automatic Control Systems

Engineering-Technological Academy of SFU, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: mu.ksusha@yandex.ru

Victor M. Kureichik

Dr. Sci. (Engineering), Professor, Department of Automatic Control Systems

Engineering-Technological Academy of SFU, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: vmkureychik@sfedu.ru

Анализ ИКТ-образования в Азербайджане: современное состояние, зарубежный опыт, проблемы и перспективы

Цель исследования. Целью исследования является разработка рекомендаций для совершенствования образовательных учебных программ ИКТ-специальностей, преподаваемых студентам в вузах Азербайджанской Республики.

Актуальность проблем, изложенных в настоящей статье, определяется неотложностью перехода к модернизации национальной системы образования и ее интеграции в глобальное и мировое образовательное пространство, требованиями создания информационного общества в Азербайджане.

Современному обществу нужны квалифицированные кадры, владеющие новыми информационными технологиями, и умеющие применять их в различных сферах деятельности. Поэтому, необходим процесс модернизации системы ИКТ-образования, учебные программы должны соответствовать мировым стандартам и профилю специализации.

Материалы и методы исследования. В статье дается сравнительный анализ высшего профессионального ИКТ-образования в развитых странах мира, показывается сходства и различия образовательных систем США, европейских стран, России и Азербайджана, анализируются тенденции и особенности систем образования развитых стран, представлен список востребованных сегодня и на ближайшую перспективу ИТ-специальностей. В статье также изложены проблемы, стоящие перед высшими учебными заведениями, готовящими специалистов ИТ-профиля. В качестве материалов исследования используются:

- директивные документы руководящих органов Азербайджанской Республики в сфере высшего профессионального образования;
- учебные программы ИКТ-специальностей вузов Азербайджанской Республики;
- учебные программы ИКТ-специальностей ведущих зарубежных университетов;

– научные работы отечественных и зарубежных авторов в области ИКТ-образования;

– рекомендации международных организаций ACM (The Association for Computing Machinery) и IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) по разработке учебных программ различных направлений ИТ-профиля.

Результаты. С учетом проведенного анализа учебных программ ИТ-профиля зарубежных вузов, рекомендаций международных организаций стандартизации, мониторинга рынка труда, разработаны методические рекомендации для совершенствования ИКТ-образования в Азербайджане. Показана необходимость модернизации системы образования и приведения ее в соответствие с современными требованиями.

Заключение. В современных условиях становления информационного общества в Азербайджане образовательная программа вуза должна учитывать результаты мониторинга рынка труда и динамики макроэкономических изменений, исчезновение старых и появление новых видов деятельности, связанных с применением ИКТ. Поэтому, важной задачей является подготовка высокопрофессиональных специалистов в республике, способных использовать и внедрять передовые разработки информационных технологий на практике.

Изложенные в статье рекомендации могут быть использованы преподавателями вузов для совершенствования образовательных программ ИКТ-специальностей Азербайджана.

Ключевые слова: ИКТ-специальности, учебная программа, международные стандарты, структура учебной программы, сравнение учебных программ, новые ИТ-профили, модернизация системы образования

Firudin T. Agayev, Gyulara A. Mammadova, Rena T. Melikova

National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan Republic

Analysis of ICT education in Azerbaijan: current state, foreign experience, problems and prospects

Purpose of the study. The aim of the study is to develop recommendations for improving educational curricula for ICT specialties taught to students in universities of the Azerbaijan Republic.

The urgency of the problems outlined in this article is determined by the urgency of the transition to the modernization of the national education system and its integration into the global and world educational space, the requirements of creating an information society in Azerbaijan.

Modern society needs qualified personnel who own new information technologies and are able to apply them in various fields of activity. Therefore, the process of modernization of the ICT education system is necessary; curricula should comply with international standards and specialization profile.

Materials and research methods. The article provides a comparative analysis of higher professional ICT education in the developed countries of the world, shows the similarities and differences of the educational systems of the United States, European countries, Russia

and Azerbaijan, analyzes the trends and features of the educational systems of developed countries, provides a list of IT specialties in demand today and in the near future. The article also outlines the problems facing higher education institutions that train IT profile specialists.

As research materials are used:

- policy documents of the governing bodies of the Republic of Azerbaijan in the field of higher vocational education;
- training programs of ICT specialties of universities of the Azerbaijan Republic;
- study programs of ICT specialties of leading foreign universities;
- scientific works of domestic and foreign authors in the field of ICT education;
- recommendations of international organizations ACM (The Association for Computing Machinery) and IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) on the development of curricula for various areas of IT profile.

Results. Taking into account the analysis of the curriculum of the IT profile of foreign universities, recommendations of international organizations of standardization, monitoring of the labor market, methodical recommendations were developed to improve ICT education in Azerbaijan. The necessity of modernization of the education system and bringing it into line with modern requirements is shown.

Conclusion. In modern conditions of the formation of the information society in Azerbaijan, the educational program of the university should take into account the results of monitoring the labor market and the dynamics of macroeconomic changes, the disappearance of old and

the emergence of new activities related to the use of ICT. Therefore, an important task is to prepare highly professional specialists in the country who are able to use and implement the advanced development of information technologies in practice.

The recommendations outlined in the article can be used by university professors to improve the educational programs of ICT specialties in Azerbaijan.

Keywords: ICT specialties, curriculum, international standards, curriculum structure, curriculum comparison, new IT profiles, modernization of the education system

Введение

Основной целью образования в высшем учебном заведении является подготовка квалифицированных, конкурентоспособных кадров, готовых к постоянному профессиональному росту, являющихся специалистами в своей профессии и способных выполнять соответствующие работы в смежных отраслях деятельности.

Современное информационное общество характеризуется своим интеллектуальным потенциалом, а именно способностью усваивать и использовать новые знания и технологии в практической жизни. Азербайджанскому обществу нужны квалифицированные кадры, владеющие новыми информационными технологиями, и умеющие применять их в различных сферах деятельности [1, 2]. Поэтому, необходим процесс модернизации системы ИКТ-образования, учебные программы должны соответствовать мировым стандартам и профилю специализации.

Проблемы влияния глобализации на состояние системы образования достаточно широко освещались в работах таких известных авторов, как Дж. Левин, П. Джарвис, С. Маргинсон, М. Фезерстоун, Р. Нельсон [4–9] и др., в которых исследуются взаимодействие глобальной и национальной систем образования, обосновывается необходимость реформирования образования и приведения его в соответствие с требованиями современности.

Каковы фундаментальные отличия ИКТ-образования Азербайджана и зарубежных стран? И какие особенности зарубежного образования нам следовало бы принять, а какие обойти стороной? Поэтому объектом исследования настоящей статьи является ряд систем высшего образования некоторых стран Европы, США, Канады, Японии, Китая и др. Предмет изучения – специфика, отличительные черты этих систем. Для этого необходимо решить ряд задач:

- выбрать ряд стран с различными системами высшего ИКТ-образования;
- выявить основные тенденции и особенности систем образования в этих странах;
- сделать выводы об особенностях и положительных чертах этих систем;
- сравнить их с некоторыми особенностями системы образования в Азербайджане.

Требования международных организаций по стандартизации к образовательным программам ИКТ-специальностей

В настоящее время образование учебных заведений строится на основе образовательных стандартов, которые устанавливают перечень изучаемых дисциплин и соответствующий объем учебной нагрузки. При этом, учебная программа должна быть сконструирована таким образом, чтобы сформировать у обучающихся ключевые компетенции в конкретной предметной об-

ласти и учитывать последовательность изучения дисциплин в соответствии с содержанием знаний и умений, освоенных ранее, чтобы выработать у студентов систематизированный запас знаний в области их профессиональных интересов [3, 10].

За последние годы, международными организациями по стандартизации был разработан и принят ряд стандартов для преподавания информационных технологий в высших учебных заведениях, последними из которых являются:

- Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology 2008 (IT2008) [11];
- Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems 2010 (IS2010) [12];
- Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science 2013 (CS2013) [13];
- Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering (SE2014) [14];
- Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering Curricula 2016. Final Report (CE-2016) [15].

Каждый из вышеперечисленных документов является результатом труда сотрудников и представителей международных организаций по стандартизации ACM (Association for Computing Machinery) и IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), имеют модульную структуру организации, т.е. состоят из названий

дисциплин, рекомендуемых для преподавания по данному профилю, из тем и подтем. По каждой теме указывается рекомендуемое число обязательных лекционных и факультативных часов.

В последнее время развития ИТ произошли огромные изменения, связанные с появлением новых областей деятельности – геоинформатика, биоинформатика, квантовая информатика, космическая информатика и т.д. Эти изменения нашли свое отражение в вышеперечисленных рекомендациях.

Настоящие документы представляют собой тщательный пересмотр предыдущих версий куррикулов. В них были детально определены объемы знаний базового и профессионального уровней, переосмыслены и уточнены цели обучения. Так, в новой редакции CS2008 основное внимание было уделено таким важным направлениям информационных технологий, как, обеспечение информационной безопасности (Information Assurance and Security), платформ-ориентированные программные разработки (Platform-based Development), позволяющим создавать программные продукты на разных платформах: сервис-ориентированной, предметно-ориентированной, бизнес-ориентированной, аппаратно-ориентированной, компонентно-ориентированной и др. В этом же документе особое внимание было акцентировано на изучение сетевых технологий (Networking and Communications), что особенно является актуальным в эпоху smart-технологий, облачных вычислений, интернета вещей (Internet of Things), 5G-сетей, мобильных сетей и т.д.

Новая версия куррикула по программной инженерии (Software Engineering) – SE2014 разработана на основе международного стандарта

ISO 12207. В SE2014 подробно описаны дисциплины, объем знаний (темы и подтемы), которые необходимо освоить студенту для его будущей работы над программными проектами. Также в этом документе приведены примеры учебных программ по разным направлениям специализации: методы программной инженерии (Software Engineering Methods), инструменты программной инженерии (Software Engineering Tools), безопасность программной инженерии и систем (Software and Systems Security).

По части разработки учебных программ компьютерной инженерии (Computer Engineering) в новом документе SE-2016 уточнен и дополнен перечень дисциплин. В связи с изменениями, произошедшими в последние годы в области ИКТ, и в компьютерной инженерии, в частности, в новый куррикул добавлены такие дисциплины, как:

- системное и инженерное проектирование (Systems and Project Engineering);
- подготовка к профессиональной практике (Preparation for Professional Practice);
- системное управление ресурсами (Systems Resource Management);
- защита информации (Information Security).

Сравнение ИКТ-образования зарубежных стран

Несмотря на различия образовательных систем (форма управления, содержание образовательных программ) в высших учебных заведениях различных странах мира, все они имеют общую структуру организации, состоящую из трех уровней: бакалавр, магистр, доктор философии. Образовательная программа большинства вузов Европы, Америки и др. зарубежных стран состоит из двух частей: major (основной, дисциплины по выбранной специальности), minor (до-

полнительный, дисциплины смежной специальности). На основе изучения дисциплин, входящих в «minor», можно получить дополнительную квалификацию. В ведущих вузах зарубежных стран совокупность обязательных дисциплин (core level), обеспечивающих фундаментальную подготовку студентов, в зависимости от выбранной специальности, составляют приблизительно 40-60% от общего объема обучения [16,17].

Кроме того, в последние годы университетами зарубежных стран были введены программы обучения с академическими степенями: бакалавра - Bachelor, Bachelor of Art., Bachelor of Science, Bachelor of Engineering и мастера - Master, Master of Art, Master of Science, Master of Engineering.

В некоторых европейских странах, таких, как Швеция, Дания, Германия, Финляндия и Италия, был выбран путь интенсивного реформирования системы образования [19,20]. Университеты этих стран стараются дать студентам практическое, востребованное на рынке образование, которое будет способствовать их личному и общественному процветанию. А в университетах Великобритании и Шотландии вводят так называемые «сэндвич-курсы», дающие студентам возможность получить опыт практической работы уже во время учебы.

Переход к новому характеру взаимодействия науки, техники и технологий вызвал в этих странах необходимость формирования так называемого «опережающего» образования, т.е. такого изменения системы образования, при котором коренным образом меняются методы и цели обучения. Усилия педагогов этих вузов, прежде всего, направляются на развитие творческого и инновационного мышления, что положительно влияет на даль-

нейшее трудоустройство студентов и формирование персональной карьерной траектории в будущем.

Одними из первых среди экономически развитых стран мира, приступивших к изменению подходов к подготовке будущих инженеров и использованию новых информационных технологий в различных учебных дисциплинах, были США. Еще в 1991 году министерством образования США была принята программа «Америка 2000: стратегия образования» [18]. В этой программе основным направлением реформы образования явилось внедрение новых информационно-компьютерных технологий в обучение и управление образованием.

На сегодняшний день американская модель подготовки специалистов в области техники и технологий является весьма авторитетной и популярной. По этой модели, после 12-лет обучения в средней школе необходимо еще четыре года обучаться в университете для получения звания «бакалавр». Статус «профессионального инженера» присваивается по истечении определенного срока успешной работы по выбранной специальности (не менее 7 лет) [19].

В США, Великобритании и ряде других стран степень магистра может быть академической - ориентированной на научно-исследовательскую деятельность или профессиональной - направленной на повышение профессионального уровня по специальности.

В странах Запада и Америки на государственном уровне содержание и качество преподаваемых дисциплин не контролируется, однако гарантией качества образовательных программ является система аккредитации образовательных программ и сертификация специалистов. В США таким органом является АВЕТ (Accreditation Board for Eng-

ineering and Technology) [22]. Этой организацией разрабатываются стандарты, обеспечивающие оценку качества образовательных программ. На сегодняшний день большинство программ университетов Германии, Англии, Турции, Польши, Австрии, Мексики и других стран прошли аккредитацию АВЕТ.

В документах АВЕТ сформулированы требования к образовательным программам инженерных специальностей. В частности, студенты, обучающиеся по направлению «Electrical and Computer Engineering» должны иметь знания в областях естественных наук и математики, вычислительной техники и микроэлектроники, системного и прикладного программного обеспечения.

Во Франции и других странах Европы действует и другая организация по аккредитации - *FEANI (Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs* - Федерация европейских инженерных организаций в области техники и технологий)[23]. По данным этой организации, на сегодняшний день, потребность рынка труда в специалистах, подготовленных к теоретическим исследованиям, составляет около 25 %, а потребность в специалистах, нацеленных на практическую деятельность около 75 %.

Членами FEANI являются: Франция, Испания, Великобритания, Ирландия, Исландия, Греция, Венгрия, Австрия, Бельгия, Швейцария, Кипр, и др. Основной целью образования в этих странах является подготовка студентов как для выполнения научно-исследовательских задач в области ИКТ.

В требованиях к образовательным программам по направлению «Computer Science» в университетах Америки, Канады, Австралии, Японии и ряда других стран около

30% времени обучения в вузе должно отводиться на обучение профессиональным дисциплинам. Студенты должны научиться работать с различными системами и языками программирования, профессионально владеть одним языком программирования высокого уровня. Как минимум, 16 семестров-часов отводится практической работе [17].

Кроме этого, в учебный план должны быть включены гуманитарные и социальные предметы, способствующие пониманию широкого круга социальных и этических вопросов в области информатики.

В зарубежных университетах по каждому направлению специализации в области информационных технологий имеется банк дисциплин, которые непрерывно обновляются. Это позволяет учебным заведениям корректировать образовательные программы в соответствии с требованиями компаний и появлением новых профессиональных сфер деятельности. Студенты этих университетов имеют возможность выбрать из этого банка дисциплины для более детального изучения. Кроме этого, помимо обязательных дисциплин, студент, исходя из своих приоритетов, сам выбирает курсы дополнительного изучения из списка дисциплин, предлагаемых университетом. Наряду с этим, студент сам выбирает, какие лекции он желает прослушать. Главное, чтобы он сумел сдать свой минимальный «норматив» (core courses), а уже потом – углубленное изучение других дисциплин (elective courses) [26].

Нашим национальным вузам нужно изучить этот опыт, и при разработке образовательных программ создавать для каждого направления ИКТ-специальности свой банк дисциплин.

Во многих вузах этих стран применяется междисципли-

нарный подход к обучению. К примеру, в Университете Беркли, специализация в области ИКТ осуществляется по двум основным направлениям - «Электротехника и вычислительная техника» (*ECE*, Electrical and Computer Engineering), «Информатика и вычислительная техника» (*CSE*, Computer Science and Engineering), а также по ряду междисциплинарных направлений: «Машинная инженерия» (*ME*, mechanical engineering), «Биостатистика» (*BS*, biostatistics), управление технологиями (*MOT*, Management of Technology), «Когнитивные науки» (*CS*, Cognitive Science), «Прикладные науки и технологии» (*AS&T*, Applied Science and Technology) [24].

Прогнозы Всемирного экономического форума, кадровые стратегии по специальностям ИТ-профилей на 2018 - 2022 гг.

Эволюция информационных технологий, активное внедрение облачных вычислений, Smart-технологий, искусственного интеллекта, машинного обучения и др. приводит к появлению новых профессий и исчезновению старых.

В январе 2018 г. Всемирный экономический форум (ВЭФ) опубликовал отчет «Будущее рабочих мест» (The Future of Jobs), основанный на опросе 350 крупнейших компаний из более чем 20 стран мира, производящих около 70% мирового валового продукта (США, Англия, Россия, Сингапур, Индия, Германия и др.) [25]. В этом форуме рассматривались будущее рабочих мест, рабочих задач, навыков и кадровых стратегий в период с 2018 по 2022 год, включая переподготовку работников и увеличение численности персонала в инновационных областях экономики.

В отчете форума представ-

лены направления ИТ, положительно влияющие на рост бизнеса до 2022 года: увеличение применения больших данных (increasing availability of big data), развитие искусственного интеллекта (advances in artificial intelligence), развитие мобильного Интернета (advances in mobile Internet), развитие облачных технологий (advances in cloud technology), приложения и веб-торговля (app- and web-enabled markets), интернет вещей (internet of things), цифровая торговля (digital trade), криптография (encryption), дополненная и виртуальная реальность (augmented and virtual reality), стационарные роботы (stationary robots), 3D печать (3D printing), человекоподобные роботы (humanoid robots), воздушные и подводные роботы (aerial and underwater robots), негуманоидные наземные роботы (non-humanoid land robots), биотехнология (biotechnology).

В этом отчете также опубликован список востребованных в предстоящем периоде (2018-2022 гг.) ИТ профессий:

– аналитики данных и ученые (Data Analysts and Scientists);

– специалисты по искусственному и машинному обучению (AI and Machine Learning Specialists);

– генеральный и операционный менеджеры (General and Operations Managers);

– специалисты по большим данным (Big Data Specialists);

– специалисты по цифровой трансформации (Digital Transformation Specialists);

– специалисты по продажам и маркетингу (Sales and Marketing Professionals);

– специалисты по новым технологиям (New Technology Specialists);

– разработчики программного обеспечения и приложений (Software and Applications Developers);

– услуги информационных технологий (Information

Technology Services);

– специалисты по автоматизации процессов (Process Automation Specialists);

– специалисты по организационному развитию (Organizational Development Specialists);

– инновационные профессионалы (Innovation Professionals);

– аналитики информационной безопасности (Information Security Analysts);

– специалисты по электронной коммерции и социальным медиа (Ecommerce and Social Media Specialists);

– пользовательский опыт и человек-машинный интерфейс (User Experience and Human-Machine Interaction);

– дизайнеры взаимодействий и специалисты по обучению и развитию (Designers Training and Development Specialists);

– специалисты и инженеры по робототехнике (Robotics Specialists and Engineers);

– информационное обеспечение и обслуживание клиентов (Client Information and Customer Service);

– дизайнеры услуг и решений (Service and Solutions Designers);

– специалисты по цифровому маркетингу и стратегии (Digital Marketing and Strategy Specialists)

Современное состояние ИКТ-образования в Азербайджане: проблемы и перспективы

На сегодняшний день на территории Азербайджанской Республики функционируют 42 высших учебных заведения, в половине которых студенты специализируются в области информационно-коммуникационных технологий. Среди них – Азербайджанский технический университет, Бакинский государственный университет, Азербайджанский государственный университет

нефти и промышленности, Нахчыванский государственный университет, Сумгайтский государственный университет и ряд других. Перечень основных ИКТ специальностей этих вузов перечислен ниже (табл.1).

Сравнительный анализ опыта США, Японии, европейских стран и Азербайджана показал основные противоречия профессионального образования на современном этапе. Это – возрастающие требования к высококвалифицированным кадрам, конкуренция на рынке труда, несогласованность содержания обучения в вузах с требованиями работодателей. Обращение к зарубежному опыту позволяет более критически подходить к проблемам подготовки национальных кадров, дает лучшее понимание путей совершенствования содержания и методов для повышения качества ИКТ-образования.

Для ответа на вопрос, насколько образовательная программа конкретного вуза соответствует современным требованиям и в каком направлении ее совершенствовать, полезно сопоставить ее с подготовкой в других странах. Детальное сравнение образо-

Перечень основных ИКТ-специальностей вузов Азербайджана

Код	Специальность
	На уровне бакалавра:
050116	Преподаватель информатики
050628	Инженерия автоматизации процессов
050631	Компьютерная инженерия
050632	Инженерия информационных технологий и систем
050509	Компьютерные науки
050627	Инженерия электроники, телекоммуникации и радиотехники
050624	Инженерия приборостроения
050629	Инженерия механотроники и робототехники
050648	Инженерия биомедицинской технологии
050655	Информационные технологии
050656	Системная инженерия
	На уровне магистра:
060628	Инженерия автоматизации процессов
060631	Компьютерная инженерия
060632	Инженерия информационных технологий и систем
060509	Компьютерные науки
060627	Инженерия электроники, телекоммуникации и радиотехники
050624	Инженерия приборостроения;
050629	Инженерия механотроники и робототехники;
050648	Инженерия биомедицинской технологии;
050655	Информационные технологии;
050656	Системная инженерия
010011	Математическая кибернетика
010013	Оптимизация и оптимальное управление
010019	Экономико-математические методы оптимального управления
010040	Прикладная математика
230401	Информационные системы

вательных программ в университетах развитых стран и Азербайджана по содержанию и требованиям к результатам обучения позволит оценить как программу в целом, так и уровень преподавания отдельных ключевых дисциплин.

Попробуем теперь конкретизировать анализ, взяв для срав-

нения программы подготовки бакалавров по направлению «Компьютерная инженерия» Азербайджанского технического университета и рекомендации международных организаций ACM (The Association for Computing Machinery) и IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) (табл.2).

Таблица 2

Сравнение учебной программы по направлению «Computer Engineering» Азербайджанского технического университета и рекомендаций ACM и IEEE

Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering, 2016	Учебная программа по специальности «Computer Engineering» в Азербайджанском техническом университете
<p>Схемы и электроника [50 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Электрические схемы. Электронные материалы, диоды и биполярные транзисторы. Схемы МОП-транзистора, синхронизация и мощность. Архитектура ячейки памяти. Операционные усилители. Схема смешанного сигнала. Схемотехническое моделирование и методы моделирования</p> <p>Компьютерная архитектура и организация [60 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Производительность. Организация процессора. Организация и архитектура систем памяти. Интерфейс ввода / вывода и коммуникация. Периферийные подсистемы. Многоядерные архитектуры. Архитектура распределенных систем.</p> <p>Встроенные системы [40 часов] Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Характеристики встроенных систем. Базовые программные технологии для встроенных приложений. Параллельные ввод и вывод. Асинхронная и синхронная последовательные коммуникации.</p>	<p>Схемотехника компьютеров и микропроцессорные системы. [105 часов] Классификация интегральных схем. Модификации МЕСХМ. Комбинационные и последовательные узлы цифровых систем. Передача сигналов в цифровых устройствах. Устройства памяти: статические и динамические (PROM, EEPROM, EPROM, Flash). Нестандартные вентиляемые матрицы. Микропроцессорные системы. Микропроцессор, микроконтроллер, основные элементы PMM –MPS.</p> <p>Кластеры и сети. [75 часов]. Архитектура высоко-эффективных кластеров. Типы и модели кластеров. Архитектура симметричных мультипроцессорных, мульти-параллельных кластерных систем. Кластеры Alpha/OSF и AT&T GIS компании DEC. Кластеры UNIX IBM. Кластеры Sequent Computer Systems, Sun Microsystems. Система кластеров Hewlett-Packard. Программное обеспечение высокоэффективных кластеров. Построение кластеров на базе Windows 2000/2003, UNIX и Linux. Архитектура и топология вычислительных кластерных сетей. Построение кластерной сети на базе рефлексивной памяти. Коммутация каналов сети. Построение кластерных систем на основе компьютерной сети.</p>

Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering, 2016	Учебная программа по специальности «Computer Engineering» в Азербайджанском техническом университете
<p>Периодические прерывания, генерация сигнала. Получение данных, контроль, сенсоры, актуаторы. Стратегии реализации сложных встроенных систем. Методы для работы с низким энергопотреблением. Мобильные и сетевые встраиваемые системы. Расширенные возможности ввода-вывода. Вычислительные платформы для встроенных систем.</p> <p>Подготовка к профессиональной практике [20 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Эффективные коммуникационные стратегии. Командные подходы к междисциплинарному взаимодействию. Инженерные решения систем и социальные эффекты. Профессиональные и этические обязанности. Интеллектуальная собственность и правовые вопросы. Вопросы бизнеса и управления. Компромиссы в профессиональной практике.</p> <p>Вычислительные алгоритмы [30 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Алгоритмические стратегии. Классические алгоритмы для общих задач. Анализ и разработка прикладных алгоритмов. Параллельные алгоритмы и многопоточность. Алгоритмическая сложность. Алгоритмы планирования. Основная теория вычислимости.</p> <p>Digital Design [50 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Системы счисления и кодирования данных. Приложения булевой алгебры. Основные логические схемы. Модульная конструкция комбинационных цепей. Модульная конструкция последовательных цепей. Управление и проектирование канала передачи данных. Конструкция с программируемой логикой. Системные ограничения. Неверные модели, тестирование и дизайн для тестирования.</p> <p>Компьютерные сети [20 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Сетевая архитектура. Локальные и глобальные сети. Беспроводные и мобильные сети. Сетевые протоколы. Сетевые приложения. Управление сетью. Передача данных. Оценка производительности. Беспроводные сенсорные сети.</p> <p>Информационная безопасность [20 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Безопасность и целостность данных. Уязвимости, технические и человеческие факторы. Модели защиты ресурсов. Криптография с секретным и открытым ключом. Коды аутентификации сообщений. Сеть и веб-безопасность. Аутентификация. Доверительные вычисления. Атаки по боковым каналам.</p> <p>SE-SGP Обработка сигналов [30 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Операции свертки. Анализ преобразования. Частотная характеристика. Выборки и сглаживание. Цифровые спектры и дискретные преобразования. Конструкция фильтра с конечной и бесконечной импульсной характеристикой. Оконные функции. Мультимедийная обработка. Теория и применение систем управления.</p> <p>SE-SRM Управление системными ресурсами [20 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Разработка операционной системы в реальном времени. Операционные системы для мобильных устройств. Поддержка параллельной обработки. Оценка производительности системы. Поддержка виртуализации.</p> <p>Системы и проектирование [35 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Принципы управления проектами. Пользовательский опыт. Риск, надежность, безопасность и отказоустойчивость. Аппаратные и программные процессы. Анализ и выявление требований. Технические характеристики системы. Система архитектурного проектирования и оценки. Параллельная разработка аппаратного и программного обеспечения. Системная интеграция, тестирование и валидация. Ремонтопригодность, устойчивость, технологичность.</p> <p>Разработка программного обеспечения [45 часов]. Соответствующие инструменты, стандарты и технические ограничения. Программные конструкции и парадигмы. Стратегии решения проблем. Структуры данных. Рекурсия. Объектно-ориентированные разработки. Тестирование и качество программного обеспечения. Моделирование данных. Системы баз данных. Событийное и параллельное программирование. Использование интерфейсов прикладного программирования. Data mining. Визуализация данных.</p>	<p>Формальные языки и теория автоматов. [45 часов]. Типы формальных языков, логические функции. Булева алгебра. Теория цифровых автоматов. Принципы построения выполняемых автоматов. Синтез управляющих автоматов жесткой структуры. Логические автоматы</p> <p>Безопасность аппаратного и программного обеспечения компьютеров [60 часов]. Идентификаторы безопасности объектов компьютерных систем. Функции безопасности подсистем. Межсетевые экраны, маршрутизаторы фильтрации. Аппаратное и программное обеспечение сетей на основе экранов. Современные системы обеспечения безопасности компьютерных систем. Концептуальные подходы к обеспечению безопасности целостности информации в компьютерных системах и сетях.</p> <p>Компьютерные сети [75 часов]. Типы, топологии и функции сетей. Персональные, локальные, муниципальные сети. Интеллектуальные и виртуальные сети. Аппаратное обеспечение сетей, среда передачи данных. Виды серверов, их аппаратное и программное обеспечение. Многоуровневое управление. Протоколы сети их стандарты. Модель OSI и ее взаимодействие с TCP/IP. Способы и средства передачи данных. Безошибочная передача данных устройствами в модели OSI (HDLC и SDLC). Адресация в сети, протокол ARP. Протоколы маршрутизации IP, RIP, OSFP.</p> <p><i>Локальные сети, типы и топологии. Корпоративные сети.</i> Программное обеспечение локальных сетей. Принципы работы с сетями Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet TokenRing, 100 VG-AnyLAN, FDDI. Виртуальные локальные компьютерные сети.</p> <p><i>Глобальные компьютерные сети.</i> Средства каналы и технологии передачи данных на большие расстояния. Технологии модемов. Сервисы общего назначения в глобальных сетях. Протоколы SLIP и PPP.</p> <p><i>Передовые технологии передачи данных.</i> Технологии передачи данных в интегрально-сервисных цифровых сетях, их компоненты, сервисы и станции, стеки протоколов. Сети X.25, FRAME Relay, их компоненты и стеки протоколов. Технология передачи данных в асинхронном режиме в сетях ATM, основные компоненты, сервисы, коммутаторы, интерфейсы. Виртуальные соединения. Синхронная оптическая технология SONET. Беспроводные сети. Технологии виртуальных сетей. Intranet и Ekstranet. Интеллектуальные сети. Администрирование сетей.</p> <p><i>Большие компьютерные сети.</i> Оборудование сети, программное обеспечение. Перспективы развития компьютерных сетей.</p> <p>Основы программной инженерии и проектирование [60 часов]. 1. Введение в предмет «Инженерия программного обеспечения и ее проектирование». Различие между инженерией ПО и компьютерной наукой. Различие между инженерией ПО и системотехникой. 2. Процесс создания ПО. Модель процесса создания ПО. Структура затрат на создание ПО. Методы инженерии программного обеспечения. CASE-технология. Характеристики и показатели качественного программного обеспечения. Основные проблемы, стоящие перед специалистами ПО. Профессиональные и этические требования к специалистам ПО. 3. Системотехника вычислительных систем. Интеграционные свойства систем. Система и ее окружение. Моделирование систем. Функциональные компоненты систем. 4. Специальные задачи линейного ПО. Определение системных требований. Проектирование систем. Разработка подсистем и сборка систем. Инсталляция системы. Эволюция системы. Ввод системы в эксплуатацию. Модели процесса создания ПО. Каскадная, эволюционная, формальная, спиральная модели ПО. Разработка ПО на основе ранее созданных компонентов. Интеграционные модели разработки ПО. Модель пошаговой разработки. 5. Спецификация ПО. Проектирование, методы проектирования и реализация ПО. Программирование и отладка. Аттестация программных систем. Эволюция программных систем. Автоматизированные средства разработки ПО. Классификация CASE-средств. 6. <i>Управление проектами.</i> Процесс управления. Планирование проекта: а) план проекта. б) контрольные отметки этапов работ. Трафик работ. Временные и сетевые диаграммы. Определение рисков. Планирование и мониторинг рисков.</p>

При сравнении правой и левой частей таблицы 2 можно увидеть, что общее количество часов, предусмотренных учебной программой по специальности «Computer Engineering» в Азербайджанском техническом университете, совпадает с требованиями международных организаций по стандартизации АСМ и IEEE и составляет 420 часов.

Детальное сравнение по дисциплинам «Схемотехника компьютеров», «Архитектура и организация компьютеров», «Компьютерные сети», «Безопасность аппаратного и программного обеспечения компьютеров», «Формальные языки и теория автоматов» показывает более или менее полный охват по тематике преподаваемых дисциплин. При сравнении дисциплины «Разработка программного обеспечения» следует отметить, что в Азербайджанском техническом университете уже второй год преподается предмет «Основы программной инженерии и проектирование». При изучении этого предмета студентам даются знания по проектированию и эксплуатации ПО, методам и моделям инженерии программного обеспечения, управлению проектами, профессиональным и этическим требованиям к специалистам ПО, затрагиваются проблемы, стоящие перед специалистами ПО.

Также в университете отдельно преподается дисциплина «Кластеры и сети». (которая отсутствует в левой части таблицы), при изучении которой студентам даются знания по архитектуре высоко-эффективных кластеров, типам и моделям кластеров, программному обеспечению и их построению на основе компьютерной сети.

В правой части таблицы, т.е. в учебной программе Азербайджанского технического университета, отсутствуют дисциплины: «Обработка сиг-

налов», «Управление системными ресурсами», «Системы и проектирование», которые рекомендованы международными организациями по стандартизации. Эти дисциплины не преподаются в Азербайджанском техническом университете.

Кроме теоретических знаний и практики, в международных стандартах показано, что студент должен научиться работать в команде. В университетах развитых стран по всем направлениям ИКТ-образования студентам преподаются знания, готовящие их к профессиональной практике для работы в команде [7-11]. Это:

- командные подходы к междисциплинарному взаимодействию;
- эффективные коммуникационные стратегии;
- инженерные решения и социальные взаимодействия;
- профессиональные и этические обязанности;
- компромиссы в профессиональной практике;
- интеллектуальная ответственность и правовые вопросы;
- вопросы бизнеса и управления и т.д.

При этом выпускник ИКТ-профиля должен в работе руководствоваться стандартами, соответствующим инструментарием и техническими ограничениями, знать как работает бизнес.

Заключение

Вхождение Азербайджана в мировое экономическое пространство предъявляет определенные требования к качеству подготовки ИКТ-специалистов. В условиях становления информационного общества образовательная программа вуза должна учитывать результаты мониторинга рынка труда и динамики макроэкономических изменений, исчезновение старых и появление

новых видов экономической деятельности, связанных с применением ИКТ. Поэтому, подготовка высокопрофессиональных специалистов в республике, способных использовать и внедрять передовые разработки информационных технологий на практике, становится стратегически важной задачей для общества.

На сегодняшний день в Азербайджане наблюдается дефицит высококвалифицированных специалистов, владеющих современными методами по разработке и применению информационных технологий в различных сферах деятельности.

Среди действующих государственных образовательных стандартов в сфере ИКТ-образования присутствуют профили, дублирующие друг друга, чрезмерно узкие в современных условиях и устаревшие.

В вузах республики обучают знаниям и технологиям, которые в современном мире быстро устаревают. Это происходит не потому, что вузы плохие, а потому что сфера ИКТ быстро совершенствуется и появляются новые требования к специалистам. Студенты, завершившие обучение в университете, сегодня не готовы к серьезной работе, им приходится уже в процессе работы доучиваться, поэтому работодатели берут их на работу в качестве стажера.

Таким образом, следует признать, что требуются модернизация и связанные с ней радикальные изменения в системе образования Азербайджана. Это является обязательным условием сохранения интеллектуального потенциала и достойного будущего для республики. Не следует при этом забывать, что модернизация образования, означает переориентацию образовательного процесса на потребности общества в профессиональных и квалифицированных кадрах.

Литература

1. Государственная стратегия по развитию образования в Азербайджанской республике», утвержденная распоряжением Президента Азербайджанской республики от 24 октября 2013 года.
2. Керимли Ф. Болонская система и развитие высшего образования Азербайджана // Научный диалог: Педагогика. 2013. № 2(14). С. 22–32.
3. Джуринский А.Н. Интернационализация высшего образования в современном мире. М.: Педагогика, 2004. 189 с.
4. Levin J. S., Beach J., & Kisker C. Educational attainment skewed in California Community Colleges? // Community College Journal of Research and Practice. 2009. № 33 (3–4). С. 256–269.
5. Levin J. The revised institution: The community college mission at the end of the twentieth century // Community College Review. 2000. №28(2). С. 1–25.
6. Jarvis P. Globalization, the Learning Society and Comparative Education // Comparative Education. 2000. № 36 (3). С. 346.
7. Marginson S. Dynamics of national and global competition in higher education // Higher Education. 2006. № 52. С. 1–39.
8. Featherstone M. (Ed.) Global culture: Nationalism, globalization and modernity. Newbury Park: Sage Publications. С. 295–310.
9. Nelson R. The market economy and the scientific commons // Research Policy. 2004. № 33. С. 455–471.
10. Сухомлин В.А. ИТ-образование. Концепция, образовательные стандарты, процесс стандартизации. М.: “Горячая линия – Телеком”, 2005. 176 с.
11. Information Technology 2008 (IT2008). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.acm.org/education/curricula/IT2008%20Curriculum.pdf>.
12. Information Systems 2010 (IS2010). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.acm.org/education/curricula/IS%202010%20ACM%20final.pdf>.
13. CS2013 — Computer Science 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Programs in Computer Science. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>.
14. SE2014 — Software Engineering Curriculum Guideline. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.acm.org/education/se2014.pdf>.
15. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version 3.0 (SWEBOOK.v3). A Project of the IEEE Computer Society. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.computer.org/portal/web/swebok>.
16. Герова Н.В. Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата и магистратуры для студентов в области изучения информатики и ИКТ // Педагогическое образование в России. 2014. № 8. С. 94–98.
17. Образовательное законодательство и образовательные системы зарубежных стран. Под ред. А.Н. Козырина. М.: Academia, 2007. 432 с.
18. «America 2000»: A National Education Strategy. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.capenet.org/pdf/Outlook171.pdf>.
19. Ляшенко Е. Е., Формирование человеческого капитала в условиях реформирования высшего образования. М.: МосГУ, 2012.
20. Гузаиров М.Б., Гаянова М.М., Козырева В.А., Сравнительный анализ образовательных программ в области информатики в университетах США и России. Уфа: УГАТУ, 2010. № 4 (39). С. 166–174.
21. Обзоры системы высшего образования стран ОЭСР. Система высшего образования Германии. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/157128.html>.
22. ABET, Criteria for accrediting engineering program. October, 20, 2017. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2018/02/E001-18-19-EAC-Criteria-11-29-17.pdf>
23. Handbook for National Monitoring Committees. 2009. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.feani.org>
24. Berkeley Academic Guide [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://guide.berkeley.edu/undergraduate/degree-programs>
25. The Future of Jobs Report 2018 Centre for the New Economy and Society World Economic Forum [Электрон. ресурс] Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf
26. Tomas U. Ganiron Jr., Evaluation of Engineering Programs towards Global Accreditation // World Scientific News. 2016. №59. С. 97–108.

References

1. Gosudarstvennaya strategiya po razvitiyu obrazovaniya v Azerbaydzhanskoj respublike», utverzhdennaya rasporyazheniyem Prezidenta Azerbaydzhanskoj respubliki ot 24 oktyabrya 2013 goda. = State Strategy for the Development of Education in the Republic of Azerbaijan «, approved by the decree of the President of the Republic of Azerbaijan on October 24; 2013. (In Russ.)
2. Kerimli F. Bologna system and the development of higher education in Azerbaijan. Nauchnyj dialog: Pedagogika = Scientific dialogue: Pedagogy. 2013; 2(14): 22–32. (In Russ.)
3. Dzhurinskiy A.N. Internatsionalizatsiya vysshego obrazovaniya v sovremennom mire = The internationalization of higher education in the modern world. Moscow: Pedagogy; 2004. 189 p. (In Russ.)
4. Levin J. , Beach J., & Kisker C. Educational attainment skewed in California Community Colleges? Community College Journal of Research and Practice. 2009; 33(3–4): 256–269.
6. Jarvis P. Globalization, the Learning Society and Comparative Education. Comparative Education. 2000; 36 (3): 346.
7. Marginson P. Higher Education. 2006; 52: 1–39.
8. Featherstone M. (Ed.) Global culture: Nationalism, globalization and modernity. Newbury Park: Sage Publications: 295–310.
9. Nelson R. The market economy and the scientific commons. Research Policy. 2004; 33: 455–471.
10. Sukhomlin V.A. IT-obrazovaniye. Kontseptsiya, obrazovatel'nyye standarty, protsess standartizatsii = IT education. Concept, educational standards, standardization process. Moscow: “Hotline - Telecom”; 2005. 176 p. (In Russ.)
11. Information Technology 2008 (IT2008). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE. [Internet] URL: <http://www.acm.org/education/curricula/IT2008%20Curriculum.pdf>.
12. Information Systems 2010 (IS2010). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE. [Internet] URL: <http://www.acm.org/education/curricula/IS%202010%20ACM%20final.pdf>.
13. CS2013 — Computer Science 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Programs in Computer Science. [Internet] URL: <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>.
14. SE2014 — Software Engineering Curriculum Guideline. [Internet] URL: <http://www.acm.org/education/se2014.pdf>.
15. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version 3.0 (SWEBOK.v3). A Project of the IEEE Computer Society. [Internet] URL: <http://www.computer.org/portal/web/swebok>.
16. Gerova N.V. Requirements for the results of mastering the basic educational programs of undergraduate and graduate programs for students in the field of computer science and ICT. Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii = Pedagogical education in Russia. 2014; 8: 94–98. (In Russ.)
17. Obrazovatel'noye zakonodatel'stvo i obrazovatel'nyye sistemy zarubezhnykh stran. Pod. red. A.N. Kozyrina = Educational legislation and educational systems of foreign countries. Ed. A.N. Kozyrin. Moscow: Academia; 2007. 432 P. (In Russ.)
18. «America 2000»: A National Education Strategy. [Internet] URL: <http://www.capenet.org/pdf/Outlook171.pdf>.
19. Lyashenko E.E. Formirovaniye chelovecheskogo kapitala v usloviyakh reformirovaniya vysshego obrazovaniya = Formation of human capital in the context of the reform of higher education. Moscow: MosSU; 2012. (In Russ.)
20. Guzairov M.B., Gayanova M.M., Kozyreva V.A., Sravnitel'nyy analiz obrazovatel'nykh programm v oblasti informatiki v universitetakh SShA i Rossii = Comparative analysis of educational programs in the field of informatics in universities in the USA and Russia. Ufa: USATU; 2010; 4 (39): 166–174. (In Russ.)
21. Obzory sistemy vysshego obrazovaniya stran OESR. Sistema vysshego obrazovaniya Germanii = Reviews of higher education systems in OECD countries. The system of higher education in Germany. [Internet] URL: <http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/157128.html>. (In Russ.)
22. ABET, Criteria for accrediting engineering program. October; 20; 2017. [Internet] URL: <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2018/02/E001-18-19-EAC-Criteria-11-29-17.pdf> www.abet.org
23. Handbook for National Monitoring Committees. 2009. [Internet] URL: <http://www.feani.org>
24. Berkeley Academic Guide [Internet] URL: <http://guide.berkeley.edu/undergraduate/degree-programs>.
25. The Future of Jobs Report 2018 Centre for the New Economy and Society World Economic Forum [Internet] URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf
26. Tomas U. Ganiron Jr., Evaluation of Engineering Programs towards Global Accreditation. World Scientific News. 2016; 59: 97–108.

Сведения об авторах

Фирудин Тарлан оглы Агаев

*К.т.н., доцент, заведующий отделом
Института Информационных Технологий
Национальная Академия Наук,
Баку, Азербайджанская Республика
Эл. почта: depart10@iit.ab.az*

Гюляра Абас гызы Мамедова

*С.н.с., Институт Информационных Технологий
Национальная Академия Наук,
Баку, Азербайджанская Республика
Эл. почта: gyula.ikt@gmail.com*

Рена Тофик гызы Меликова

*С.н.с., Институт Информационных Технологий
Национальная Академия Наук,
Баку, Азербайджанская Республика
Эл. почта: rena22@rambler.ru*

Information about the authors

Firudin Tarlan Agayev

*Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Head of
the department, Institute of Information Technology
National Academy of Sciences,
Baku, Azerbaijan Republic
E-mail: depart10@iit.ab.az*

Gyulara Abas Mammadova

*Senior Researcher, Institute of Information Technology
National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan
Republic
E-mail: gyula.ikt@gmail.com*

Rena Tofik Melikova

*Senior Researcher, Institute of Information Technology
National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan
Republic
E-mail: rena22@rambler.ru*

Адаптация DFD-технологии при моделировании бизнес-систем в среде РДС

Статья посвящена описанию структурных методов моделирования бизнес-систем (систем бизнес-процессов), предназначенных не только для статического функционального/информационного моделирования процессов, но и позволяющих осуществлять имитацию их поведения.

Приведено описание базовых грамматических конструкций структурных языков моделирования бизнес-процессов, подмножества которых предлагается адаптировать для расширения входного языка инструментального комплекса РДС (Расчет Динамических Систем), что позволит использовать возможности комплекса для решения задач анализа не только динамических систем, но и бизнес-систем.

Для формального описания синтаксиса предлагается применять аппарат смешанных грамматик, являющихся комбинацией графовых и обычных грамматик. В статье неформально описаны семантические аспекты языка, в частности семантика отношений между объектами языка. Детально представлены нетерминальные символы языка: диаграмма, DFD-диаграмма, STD-диаграмма, ERD-диаграмма, миниспецификация, определены служебные структуры (включая словарь данных).

Описаны виды и типы оценочных критериев в задачах анализа качества бизнес-моделей, выявления синтаксических ошибок, а также ошибок статической семантики при их реализации в

РДС. Приведена классификация потенциальных ошибок.

Статический анализ бизнес-модели осуществляется по трем направлениям – синтаксис, семантика и прагматика. Методы анализа можно разделить на следующие классы: синтаксические, т.е. те, которые выявляют нарушения синтаксиса языка представления диаграмм; семантические, выявляющие нарушения смыслового представления диаграмм и их элементов; методы анализа качества бизнес-модели, оцениваемого параметрами связности и сцепления.

Реализация описанных методов и механизмов предполагается в виде дополнительного модуля имитационного моделирования бизнес-процессов в составе программного комплекса РДС, являющегося инструментом для построения исследовательских стендов, обеспечивающих процесс моделирования, анализа и синтеза систем управления. Комплекс был реализован в рамках проектов, выполненных в ИПУ РАН. В статье определено назначение, состав и структура модуля имитационного моделирования бизнес-процессов.

Ключевые слова: язык моделирования бизнес-процессов, инструментальный программный комплекс РДС, DFD-технология, графовая и смешанная грамматики, синтаксис и семантика языка моделирования

Georgiy N. Kalyanov, Boris V. Kupriyanov, Olga V. Lukinova

Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Adaptation of the DFD technology in the modeling of business systems in the environment of RDS

The article is devoted to the description of structural methods of processes modeling, represented by visual languages of business processes modeling of socio-economic systems, designed not only for static functional/information modeling of processes, but also allowing to simulate their behavior.

The description of grammar of structural languages of designing business processes of the enterprise which subsets it is offered to adapt for expansion of input language of the tool complex of RDS (Calculation of Dynamic Systems) that will allow to use opportunities of a complex for the solution of problems of the analysis not only dynamic, but also business models of organizational and economic systems are given.

Provides the syntax and semantics of DFD, STD, ERD-notations. For the formal description of the syntax it is proposed to use the apparatus of mixed grammars, which are a combination of graph and ordinary grammars. The article describes the grammar that generates the simplest dialect of DFD-technology, informally describes the semantic aspects of the language, in particular the semantics of relations between the objects of the language.

The basic constructions of the proposed language, its syntax and semantics are presented. Classification of potential errors is given. Non-terminal symbols of the language are presented in detail: diagram, DFD-diagram, STD-diagram, ERD-diagram, mini-specification, service structures are defined (including data dictionary).

The types and sorts of evaluation criteria in the problems of business models quality analysis, syntax errors detection, as well as static semantics errors during their implementation in RDS are described. Static analysis of the business model is carried out in three directions which are syntax, semantics and pragmatics. Analysis methods can be divided into the following classes: syntactical, i.e. those that reveal violations of the syntax of the diagram representation language; semantic, revealing violations of the semantic representation of diagrams and their elements; methods of analyzing the quality of the business model, evaluated by the parameters of connectivity and cohesion.

The implementation of the described methods and mechanisms is assumed as an additional module of simulation modeling of business processes as part of the RDS software complex, which is a tool for building research stands that provide the process of modeling, analysis and synthesis of control systems. The complex was implemented in the framework of projects implemented in the IPU RAS. The article defines the purpose, composition and structure of the business process simulation module.

Keywords: modeling language, business process, tool and software complex of the RDS, DFD technology and combined graph grammars, syntax and semantics of the modeling language

1. Введение

Программный комплекс РДС (Расчет Динамических Систем) [1, 10, 11] является инструментом для построения исследовательских стендов, обеспечивающих процесс моделирования, анализа и синтеза систем управления. Комплекс был реализован в рамках проектов, выполненных в ИПУ РАН.

Предлагаемая статья посвящена описанию языка моделирования бизнес-систем, базирующегося на расширении DFD-технологии [2, 12] и предназначенного не только для статического функционального/информационного моделирования процессов, но и позволяющего осуществлять имитацию их поведения. Возможность такой имитации обусловлена включением в язык специальных конструкций, трансляция которых во входной язык инструментального комплекса РДС обеспечивает необходимый функционал. Кроме того, реализация предложенного языка позволяет расширить возможности РДС за счет его ориентации на моделирование и анализ бизнес-процессов (БП).

В статье представлены базовые конструкции предлагаемого языка, его синтаксические и семантические аспекты, приведена классификация потенциальных ошибок. Реализация описанных методов и механизмов предполагается в виде дополнительного модуля имитационного моделирования бизнес-процессов (МИМБП) в составе программного комплекса РДС.

2. Назначение модуля имитационного моделирования бизнес-процессов социально-экономических систем

Введем следующие понятия, которые требуют цели данной работы.

Объект O – бизнес-система, осуществляющая различные виды деятельности, активируемые необходимостью получения определенного результата в пользу некоторого субъекта C . Инициация того или иного вида деятельности осуществляется после того, как в систему O для обработки поступает входной набор данных A_i (a_1, a_2, \dots, a_n), ассоциируемый с субъектом C и определяющий его состояние.

Отношения между субъектом C и объектом O заключаются в том, что деятельность объекта O , изменяя значения набора данных A_i (a_1, a_2, \dots, a_n), меняет состояние субъекта C .

Субъект C может быть как внешний по отношению к объекту O , так и внутренний, как физическое, так и юридическое лицо, как некоторый объект, так и процесс. Тем самым деятельность объекта O приобретает характер субъектности, что позволит выстраивать критерии оценки проектируемой деятельности, эффективность которых направлена на интересы субъекта.

В качестве объекта O рассматриваются организации, предприятия и иные хозяйствующие структуры, осуществляющие управленческую, производственную, вспомогательную и прочие виды деятельности. Вид деятельности структурируется следующим образом [3, 4]:

1. Операция – элементарное (неделимое) действие, выполняемое на одном рабочем месте.

2. Функция – совокупность операций, сгруппированных по определенному признаку.

3. Бизнес-процесс – связанная совокупность функций, в ходе выполнения которой потребляются определенные ресурсы и создается продукт (вещественный или нематериальный результат человеческого труда: предмет, услуга, научное открытие, идея), представляющий ценность для потребителя.

4. Подпроцесс – бизнес-процесс, являющийся структурным элементом некоего объемлющего бизнес-процесса и представляющий ценность для внутреннего клиента.

Тогда бизнес-моделью (БМ) назовем структурированное графическое описание сети процессов и/или функций/операций, связанных с данными, документами, организационными единицами и прочими объектами и субъектами, отражающими существующую или предполагаемую деятельность объекта O .

Технология моделирования объекта O базируется на следующих структурных языках:

- язык функционального моделирования (data flow diagrams, DFD-диаграммы),
- язык моделирования поведения объекта (state transition diagrams, STD-диаграммы),
- язык информационного моделирования (entity-relationship diagrams, ERD-диаграммы),
- язык представления модели в среде РДС.

Модуль имитационного моделирования бизнес-процессов МИМБП является инструментом, предназначенным для:

- Визуального отображения модели деятельности объекта O в виде комплекса диаграмм (бизнес-модели объекта O), включающего: модель преобразования потоков данных в ходе выполнения процессов деятельности, модель состояний субъекта C в процессе деятельности объекта O , модель представления данных, обрабатываемых и хранимых БМ.

- Отработки указанного комплекса диаграмм в среде РДС с целью проведения анализа построенной бизнес-модели для выявления ошибок статической семантики.

Модуль имитационного моделирования МИМБП представляет собой программный комплекс, интегрирующий: модуль построения и редак-

тирования бизнес-процессов объекта O , модуль преобразования графического языка представления бизнес-процесса в графический язык РДС, модуль расчета динамических систем РДС, позволяющий осуществлять анализ построенной бизнес-модели и в дальнейшем – имитацию ее функционирования.

В рамках этапа, посвященного вопросам статической обработки бизнес-модели в среде РДС, были решены следующие задачи:

1. Описание синтаксиса и семантики подмножества структурных языков в части преобразования и представления потоков данных, а также поведенческих аспектов.

2. Преобразование синтаксиса структурных языков построения бизнес-модели (DFD, STD, ERD) в язык представления среды РДС.

3. Разработка методов и алгоритмов выявления ошибок статической семантики и синтаксиса диаграмм бизнес-модели.

Перспектива данной работы видится в разработке методов и средств формального описания функций бизнес-процессов, что позволит осуществить имитационное моделирование в части выявления динамических ошибок, построения эффективных процессов бизнес-системы.

3. Структурные методы представления бизнес-процессов на основе графовых грамматик и DFD-технологии

Язык моделирования, используемый в модуле МИМБП, включает три вида основных строительных блоков бизнес-модели: объекты, отношения и диаграммы. При этом объекты являются базовыми элементами (алфавитом языка), отношения связывают объекты в смысловые блоки (слова), диаграммы группи-

руют слова в «осмысленные» фразы и предложения (бизнес-процессы).

В обобщенном виде в языке имеется 3 типа объектов: функциональный объект (процесс, подсистема, миниспецификация, модуль, дискриминатор и др.), информационный объект (внешняя сущность, накопитель, информационный канал, сущность, событие, область данных и др.) и поведенческий объект (управляющий процесс, состояние и т.п.).

Отношения между объектами определяют их взаимодействие посредством информационных потоков и управляющих сигналов или обеспечивают структурную организацию объектных конгломератов (иерархия, обобщение и т.п.).

Диаграмма, в свою очередь, является совокупностью слов, представленной в виде направленного графа с вершинами, соответствующими объектам, и ребрами, соответствующими отношениям.

Для описания вышеуказанных блоков в целях данной работы используется аппарат грамматик. Классическая грамматика Хомского [5] представляет собой кортеж четырех множеств $G = (T, N, P, s)$, где T – алфавит языка (множество терминальных символов), N – множество переменных грамматик или нетерминальных символов, P – множество правил вывода цепочек языка вида $L ::= R$ (L – непустая последовательность терминальных и нетерминальных символов, R – произвольная последовательность терминальных и нетерминальных символов), $s \in N$ – начальный символ.

Для задания синтаксиса рассматриваемых языков обычно используется формализм графовых грамматик [6, 7, 13], являющихся обобщением грамматик Хомского на графы. В таких грамматиках роль традиционных символов играют графические символы,

графы/подграфы различных видов.

В то же время в работах [3, 8] была предложена модель DFD-технологии (включающей комплекс вышеперечисленных диаграммных техник) в виде смешанного графа с различными типами вершин и ребер для адекватного описания бизнес-систем, а также была разработана параллельная атрибутивная порождающая грамматика для бизнес-процесса, позволяющая порождать варианты (сценарии) его исполнения при различных ограничениях.

Для целей данной работы предлагается промежуточный вариант, а именно смешанная грамматика [2], символами которой могут быть не только графы/подграфы, но и фрагменты моделей в различных нотациях (в рамках DFD-технологии) вплоть до атомарных символов языка. Это соответствует введению в грамматику двух типов терминальных объектов – детализируемых и не детализируемых.

Таким образом, специфика графовых грамматик структурных языков, используемых для создания бизнес-моделей объекта O , заключается в том, что:

- все терминальное множество T представляют собой графические символы,
- элементы множества T представляются двумя типами объектов: детализируемых (псевдотерминальных символов – терминальных в рамках конкретной диаграммы) и не детализируемых (традиционных терминальных символов),
- в качестве нетерминалов выступают не только графы/подграфы, но и фрагменты графических моделей в различных нотациях, а также другие высокоуровневые описания.

Такая грамматика представляет собой двухуровневую структуру, верхний уровень которой представляет собой графовые описания (например, порождение экземпляров

диаграмм), а нижний – классический вывод цепочек буквенных символов (например, генерация имени графического терминала или атрибута ERD-диаграммы). Множество T представляется следующими символами: ПРОЦЕСС, УПРОЦЕСС, ХРАНИЛИЩЕ, ВНЕШНЯЯ СУЩНОСТЬ, ПОТОК, УПОТОК, СОСТОЯНИЕ, НАЧАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ, КОНЕЧНОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРЕХОД, СУЩНОСТЬ, ОТНОШЕНИЕ, ДИСКРИМИНАТОР.

4. Описание нетерминальных символов

Нетерминальные символы грамматики множества N структурных языков определяют метасемантику подмножеств структур элементов бизнес-модели объекта O (для сравнения см. [14, 15, 16]).

В целях построения бизнес-модели объекта O в данной работе рассматриваются следующие три типа нетерминальных символов: *диаграмма*, представляющая собой направленный граф, вершины которого есть терминальные объекты $t_i \in T$ типа «процесс», «состояние» и т.п., ребра – терминальные объекты $t_j \in T$, $j \neq i$ типа «отношение»; *миниспецификация*, являющаяся подробным описанием логики DFD-процесса нижнего уровня (следует отметить, что с точки зрения графовой грамматики миниспецификация – терминальный символ, однако с точки зрения классической, безусловно, нетерминал, поэтому в силу сложности данного объекта в дальнейшем отнесем его к переменным графовой грамматики); *словарь данных*, который определяет структуру и содержание всех потоков и накопителей данных, присутствующих на диаграммах.

Каждый из нетерминалов имеет сложную как горизонтальную, так и вертикальную структуру, основанную на различных

типах отношений. Их можно подразделить на два вида: связывающие объекты на одном уровне модели (отношение – информационный поток, отношение – управляющий поток, отношение – переход, отношение связи); устанавливающие межуровневые связи (отношения декомпозиции различных видов, отношения категоризации).

Семантика отношений первого вида заключается в передаче данных или управления (управляющих сигналов) между объектами диаграмм конкретного уровня. При этом состав и структура передаваемых данных определяется соответствующим грамматическим правилом, а семантика управляющего потока определяется его типом. Семантика отношений декомпозиции состоит в межуровневой балансировке, т.е. фактически, в увязывании отношений первого вида между уровнями модели, основное правило которого заключается в том, что все отношения первого вида, связанные с детализируемым объектом, должны быть отображены (и привязаны к соответствующим объектам) на детализирующем уровне. Отношение категоризации по сути является отношением обобщения.

Ниже представлено неформальное описание указанных типов символов множества N .

4.1. Описание нетерминала типа «диаграмма»

Нетерминальный символ «Диаграмма» представляется тремя группами диаграмм:

- диаграммы функционального моделирования, иллюстрирующие функции, которые система должна выполнять, и связи между этими функциями (в нашем случае, DFD), дополненные словарями данных и спецификациями процессов нижнего уровня (миниспецификациями);
- диаграммы, моделирующие данные и их взаимосвязи (ERD);
- диаграммы, моделирующие поведение системы (STD).

Диаграммы всех трех групп содержат графические и текстовые средства моделирования: первые – для отображения основных компонент модели, вторые – для обеспечения точного определения ее компонент и связей.

4.2. Описание нетерминала типа «DFD-диаграмма»

Нетерминалы этого типа подразделяются на два вида: контекстная диаграмма, диаграмма потоков данных или потоков управления, последняя характеризуется наличием специального поведенческого объекта – управляющего процесса, по сути, являющегося аналогом командного пункта, рассылающего команды объектам-процессам с помощью управляющих потоков.

Нетерминал «Контекстная диаграмма»

Диаграмма имеет звездообразную топологию, в центре которой находится контекстный процесс, соединенный с внешними приемниками и источниками информации. При этом контекстная диаграмма может содержать не единственный контекстный процесс, а набор процессов, связанных потоками данных. Целесообразность такой детализации определяется следующими факторами: наличием большого количества внешних сущностей, распределенной природой моделируемого объекта O , многофункциональностью объекта с уже сложившейся или выявленной группировкой функций в отдельные подсистемы (например, холдинг). Контекстная диаграмма подлежит детализации посредством отношения декомпозиции.

Нетерминал «DFD-диаграмма»

Для контекстного процесса выполняется его детализация при помощи DFD или миниспецификации.

Диаграмма DFD демонстрирует внешние по отношению к системе адресаты и

адресанты данных, идентифицирует функции (процессы) и группы элементов данных, связывающие одну функцию с другой (потoki), а также идентифицирует накопители (хранилища) данных, к которым осуществляется доступ.

При детализации должны выполняться следующие правила:

- правило балансировки – при детализации процесса дочерняя диаграмма в качестве внешних источников/приемников данных может иметь только те компоненты (подсистемы, процессы, внешние сущности, накопители данных), с которыми имеет информационную связь соответствующий процесс на родительской диаграмме;

- правило нумерации – при детализации процессов должна поддерживаться их иерархическая нумерация (например, процессы, детализирующие процесс с номером 1, получают номера 1.1, 1.2 и т.д.);

- правило семи – для того, чтобы диаграмма легко читалась, количество функций на диаграмме не должно быть больше семи;

- рекомендуемая глубина детализации – не более 7 уровней.

После построения иерархии диаграмм, полученную модель следует проверить на полноту исходных данных об объектах диаграмм и изолированность объектов (отсутствие информационных связей с другими объектами).

Для того, что бы построенная DFD-модель могла быть выполнена в среде РДС, она должна содержать псевдотерминальный объект УПРОЦЕСС (управляющий процесс), т.е. DFD-модель должна быть дополнена диаграммой, моделирующей поведение системы.

4.3. Описание нетерминала типа «STD-диаграмма»

Назначение нетерминала «STD-диаграмма» заключается в том, чтобы иметь возможность моделировать аспекты

бизнес-модели объекта *O*, зависящие от реакции на событие, т.е. STD является инструментом для создания моделей поведения субъекта *S*. С символом УПРОЦЕСС нетерминал «STD-диаграмма» находится в отношении иерархии и представляет собой декомпозицию управляющего процесса DFD-модели, а также описывает отношения между входными и выходными управляющими потоками для управляющего процесса-предка.

Таким образом, STD используется для спецификации управления последовательностью исполнения функций, описанных в DFD-модели. Важным моментом здесь является вопрос о контексте аспекта моделирования, т.е. о выборе субъекта, чье поведение подлежит моделированию (см. п.2). При решении этого вопроса необходимо принимать во внимание тот факт, что характеристики субъекта, чье состояние моделируется STD-диаграммой, изменяются в ходе выполнения функций DFD-модели.

Моделируемый субъект в любой заданный момент времени находится только в одном из конечного множества состояний. При выполнении некоторого условия он может изменить свое состояние, при этом переходы между состояниями должны быть определены однозначно. Следует отметить, что, вообще говоря, не все события необходимо вызывают переходы из отдельных состояний. С другой стороны, одно и то же событие не всегда вызывает переход в то же самое состояние.

4.4. Описание нетерминала типа «ERD-диаграмма»

Нетерминал «ERD-диаграмма» относится к информационным объектам бизнес-модели. Она определяет способ организации внутренней структуры объекта ХРАНИЛИЩЕ и содержит информацию об информационных

сущностях бизнес-модели и способах их взаимодействия, идентифицируя объекты, важные для предметной области, свойства этих объектов и их отношения с другими объектами модели. Основные компоненты ERD-диаграммы – СУЩНОСТИ, отношения между СУЩНОСТЯМИ, а также ДИСКРИМИНАТОРЫ.

4.5. Описание нетерминала типа «Миниспецификация»

Каждая функция (процесс) может быть детализирована с помощью DFD нижнего уровня; когда дальнейшая детализация перестает быть полезной, переходят к выражению логики функции при помощи спецификации процесса (миниспецификации).

Таким образом, миниспецификация детально описывает логику процесса и содержит номер процесса, списки входных и выходных данных, тело процесса (подробный алгоритм, преобразующий входные потоки данных в выходные). Миниспецификация является конечной вершиной иерархии модели DFD. Решение о завершении детализации процесса и использовании миниспецификации принимается аналитиком исходя из следующих критериев: у процесса небольшое количество входных и выходных потоков данных; процесс можно описать в виде алгоритма, не требующего детализации; процесс выполняет единственную функцию преобразования входной информации в выходную.

4.6. Описание нетерминалов «Словарь данных», служебные структуры

Словарь данных представляет собой вспомогательный объект, организованный определенным образом для хранения всех данных с их точными определениями, что дает возможность иметь общее понимание всех входных и выходных потоков и компонент хранилищ. В словаре данных

определяется состав и структура всех потоков данных и накопителей, которые присутствуют на диаграммах. Для каждого потока в словаре хранятся: имя потока, тип, атрибуты. Шаблон словаря данных формируется автоматически при создании объектов DFD-диаграммы с последующим заполнением пользователем недостающих их характеристик.

Аналогично словарю данных формируются служебные структуры (дескрипторы) для хранения атрибутов, комментариев и т.п. по другим объектам диаграмм.

5. Статические методы анализа бизнес-модели

Анализ бизнес-модели объекта *O* осуществляется по трем направлениям — синтаксис, семантика и прагматика. Методы анализа можно разделить на следующие классы:

- синтаксические, выявляют нарушения синтаксиса языка представления диаграмм,

- семантические, выявляющие нарушения смыслового представления объекта *O* и субъекта *S*, которое моделируется с использованием ERD, DFD, STD, а также структурам ПОТОК, УПОТОК,

- методы анализа качества бизнес-модели, оцениваемого параметрами связности и сцепления.

Ниже приведены разделы с описанием оценочных критериев в задачах анализа качества бизнес-модели, выявления синтаксических ошибок, а также ошибок статической семантики при использовании в МИМБП средств бизнес-проектирования на основе приведенного выше алфавита терминальных и нетерминальных символов графовой грамматики.

5.1. Описание критериев анализа качества

Оценка качества бизнес-процесса [9, 3] базируется на том, что составляющие его

функции должны быть как можно более независимы (критерий сцепления), и чтобы каждая из них выполняла единственную, связанную с общей задачей, подзадачу (критерий связности). В «хорошем» бизнес-процессе сцепления (как мера взаимозависимости бизнес-функций) должны быть минимизированы, то есть функции должны быть слабозависимыми (независимыми) настолько, насколько это возможно. Метод ранжирует следующие типы сцепления бизнес-функций в порядке от более слабого к более сильному: сцепление по данным, по шаблону, по управлению, по общей области, по содержанию. Фактически понятие сцепления обобщает механизмы передачи параметров между компонентами программных систем и является лишь одним из критериев оценки качества разбиения бизнес-процесса на части: он оценивает, насколько хорошо входящие в него бизнес-функции отделены друг от друга.

Другим критерием оценки качества расчленения бизнес-процесса является критерий связности, контролирующей, как сгруппированные в одной функции действия связаны друг с другом. Связность — это мера прочности соединения функциональных и информационных объектов внутри одной бизнес-функции. Размещение сильно связанных объектов в одной и той же функции уменьшает межфункциональные взаимосвязи и взаимовлияния. Методом определяются формально на графе бизнес-процесса и ранжируются следующие типы связности: функциональная, последовательная, информационная, процедурная, временная и логическая.

Введенный в [3, 4] аппарат порождающих бизнес-процесс грамматик позволяет строить возможные варианты выполнения бизнес-процесса,

учитывая заданный тип его связности. Для решения этой задачи используется механизм синтезируемых атрибутов и специальных методов их синтеза.

Предложенный метод оценки качества позволяет решать следующие задачи:

- Определение типов сцепления и связности бизнес-процесса.

- Анализ выявленных типов сцепления и связности. Если эти типы не устраивают, то определение приемлемых типов сцепления и связности с последующей коррекцией модели.

- Порождение вариантов бизнес-процесса, имеющих типы сцепления и связности не хуже заданных.

5.2. Классификационная схема ошибок

В соответствии с классификационной схемой все ошибки (как синтаксические, так и семантические) разбиваются на три класса: общие ошибки, ошибки внутри диаграмм каждого типа (DFD, ERD, STD), междиagramмные ошибки (интерфейсы).

Общие ошибки потенциально могут возникнуть при построении любых диаграмм языка и касаются синтаксических аспектов его конструкций, например, имен.

Ошибки в DFD разбиваются на следующие группы:

- объекты, не соединяемые информационными/управляющими потоками в соответствии с синтаксисом языка: хранилище — хранилище; хранилище — внешняя сущность, хранилище — управляющий процесс, внешняя сущность — внешняя сущность, внешняя сущность — управляющий процесс;

- изолированные объекты (отсутствие входящих/исходящих информационных потоков): хранилище, внешняя сущность, процесс, управляющий процесс;

- ошибки в групповых потоках: структура потока не соответствует содержанию словаря данные, неверное расщепление/объединение потоков;

- ошибки в чтениях/записях хранилища;

- заикливание процессов.

Ошибки в STD разбиваются на следующие группы: наличие изолированных состояний, наличие недостижимых состояний.

Ошибки в ERD разбиваются на следующие группы: отсутствие атрибутов в сущности, не уникальное имя сущности/атрибута, недопустимые типы связей (многие-ко-многим, рекурсивные), наличие изолированных сущностей, наличие небинарных связей, неверное разбиение на подтипы.

Междиagramмные ошибки разбиваются на следующие группы:

- DFD-DFD: вертикальное балансирование (не соответ-

ствие потоков через границу по количеству, именам и структуре).

- DFD-Миниспецификация: в Миниспецификации должны присутствовать имена всех входящих и исходящих потоков, при этом входящие являются аргументами, а исходящие результатами операций Миниспецификации.

- DFD-STD: действиям в STD должны соответствовать процессы в DFD.

- DFD-ERD: контроль соответствия сущностей/атрибутов в ERD потокам/подпотокам в DFD (по именам и типам), контроль количества атрибутов потока/подпотока в DFD и ERD.

- DFD-STD: на DFD присутствуют управляющие потоки, принадлежащие различным STD.

- Контекстная диаграмма – DFD: вертикальное балансирование (несоответ-

ствие потоков через границу по количеству, именам и структуре).

6. Заключение

Статья посвящена описанию структурного метода моделирования бизнес-систем, предназначенного не только для статического функционального/информационного моделирования процессов, но и позволяющего осуществлять имитацию их поведения. Метод ориентирован на инструментальный комплекс РДС, что позволит использовать его возможности комплекса для решения задач анализа бизнес-моделей. Описаны классификации оценочных критериев в задачах анализа качества бизнес-моделей, выявления синтаксических ошибок, а также ошибок статической семантики при их реализации в РДС.

Литература

1. Дорри М.Х., Рошин А.А. Программный комплекс для моделирования и исследования систем управления «Расчет Динамических Систем» (РДС). Часть 1: Устройство РДС и редактирование схем. М.: ЛЕНАРД, 2018.

2. Калянов Г.Н. Концептуальная модель DFD-технологии // Открытое образование. 2017. № 4. С. 21–26.

3. Калянов Г.Н. Теория и практика реорганизации бизнес-процессов // М.: СИНТЕГ, 2000.

4. Калянов Г.Н. О теории бизнес-процессов // Программная инженерия. 2018. Том 9. № 3. С. 99–109.

5. Ахо А., Ульман Д. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. М.: Мир, 1978.

6. Rekers J., Schuerg A. A graph grammar approach to graphical parsing // Visual Languages Proc., 11 IEEE Int. Symp., 1995. С. 195–202.

7. Zhang D.-Q., Zhang K., Cao J. A context-sensitive graph grammar formalism for the specification of visual languages // The Computer Journal. 2001. Vol. 44. № 3. С. 186–200.

8. Калянов Г.Н. Формальные методы поддержки реорганизации бизнес-процессов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013. № 3. С. 161–165.

9. Калянов Г.Н. Верификация бизнес-процессов // Труды 21-й научно-практической кон-

ференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями». Том 1. М.: 2018. С. 72–75.

10. Дорри М.Х., Рошин А.А. Efficiency of combining the ideas of forecast, open-loop and feedback control in the design of control systems // Automation and Remote Control. 2015. Vol. 76. № 6. С. 1049–1057.

11. Дорри М.Х., Рошин А.А. Расчет Динамических Систем (РДС). Первоначальное знакомство с разработкой автокомпилируемых блоков. М.: ИПУ РАН, 2016.

12. Калашян А.Н., Калянов Г.Н. Структурные модели бизнеса: DFD-технологии. М.: Финансы и статистика, 2003.

13. Афанасьев А.Н., Шаров О.Г., Войт Н.Н. Анализ и контроль диаграмматических моделей при проектировании сложных автоматизированных систем. Ульяновск: УлГТУ, 2016.

14. France R.B. Semantically Extended DFD: A Formal Specification Tool // IEEE Transactions on Software Engineering. 1992. SE-18. № 4. С. 329–346.

15. Serrano J.A., Welland R. VCT - a Formal Language for the Specification of Diagrammatic // Modelling Technique, Information and Software Technology. 1998. Vol. 40. № 9. P. 463–474.

16. Larsen P.G., Plat N., Toetenel H. A Formal Semantics of Data Flow Diagram // Formal Aspects of Computing. 1994. Vol 6. № 6. P. 586–606.

References

1. Dorri M.KH., Roshchin A.A. Programmnyy kompleks dlya modelirovaniya i issledovaniya sistem upravleniya "Raschet Dinamicheskikh Sistem" (RDS). CHast' 1: Ustroystvo RDS i redaktirovaniye skhem. = Software package for modeling and research of control systems "Calculation of Dynamic Systems" (RDS). Part 1: RDS device and circuit editing Moscow: LENARD; 2018. (In Russ.)
2. Kalyanov G.N. Conceptual model of DFD-technology. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2017; 4: 21–26. (In Russ.)
3. Kalyanov G.N. Teoriya i praktika reorganizatsii biznes-protsessov = Theory and practice of reorganization of business processes. Moscow: SINTEG; 2000. (In Russ.)
4. Kalyanov G.N. O teorii biznes-protsessov. Programmnyaya inzheneriya = Software Engineering. 2018; 9; 3: 99–109. (In Russ.)
5. Akho A., Ul'man D. Teoriya sintaksicheskogo analiza, perevoda i kompilyatsii = The theory of syntactic analysis, translation and compilation. Moscow: World; 1978. (In Russ.)
6. Rekers J., Schuerr A. A graph grammer approach to graphical parsing. Visual Languages Proc., 11 IEEE Int. Symp.; 1995: 195–202. (In Russ.)
7. Zhang D.-Q., Zhang K., Cao J. A context-sensitive graph grammar formalism for the specification of visual languages. The Computer Journal. 2001; 44; 3: 186–200.
8. Kalyanov G.N. Formal methods of supporting the reorganization of business processes. Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO. = Economics, statistics and computer science. Bulletin of UMO. 2013; 3: 161–165. (In Russ.)
9. Kalyanov G.N. Business Process Verification. Trudy 21-y nauchno-prakticheskoy konferentsii

"Inzhiniring predpriyatiy i upravleniye znaniyami". Tom 1. = Proceedings of the 21st Scientific Practical Conference "Enterprise Engineering and Knowledge Management". Volume 1. Moscow; 2018: 72–75. (In Russ.)

10. Dorri M.KH., Roshchin A.A. Efficiency of combining the ideas of forecast, open-loop and feedback control in the design of control systems. Automation and Remote Control. 2015; 76; 6: 1049–1057.

11. Dorri M.KH., Roshchin A.A. Raschet Dinamicheskikh Sistem (RDS). Pervonachal'noye znakovostvo s razrabotkoy avtokompiliruyemykh blokov. = Calculation of Dynamic Systems (RDS). Initial acquaintance with the development of auto-compiled blocks. Moscow: ICP RAS; 2016. (In Russ.)

12. Kalashyan A.N., Kalyanov G.N. Strukturnyye modeli biznesa: DFD-tekhnologii. = Structural business models: DFD-technology. Moscow: Finance and Statistics; 2003. (In Russ.)

13. Afanas'yev A.N., SHarov O.G., Voyt N.N. Analiz i kontrol' diagrammicheskikh modeley pri proyektirovanii slozhnykh avtomatizirovannykh sistem = Analysis and control of diagrammatic models in the design of complex automated systems. Ul'yanovsk: UISTU; 2016. (In Russ.)

14. France R.B. Semantically Extended DFD: A Formal Specification Tool. IEEE Transactions on Software Engineering. 1992. SE-18; 4: 329–346.

15. Serrano J.A., Welland R. VCT – a Formal Language for the Specification of Diagrammatic. Modelling Technique, Information and Software Technology. 1998; 40; 9: 463–474.

16. Larsen P.G., Plat N., Toetenel H. A Formal Semantics of Data Flow Diagram. Formal Aspects of Computing. 1994; 6; 6: 586–606.

Сведения об авторах

Георгий Николаевич Калянов

Д.т.н., профессор, г.н.с.

*Институт проблем управления РАН,
Москва, Россия*

Эл. почта: Kalyanov@mail.ru

Борис Васильевич Куприянов

К.т.н., с.н.с.

*Институт проблем управления РАН,
Москва, Россия*

Эл. почта: Kuprianovb@mail.ru

Ольга Васильевна Лукинова

Д.т.н., в.н.с.

*Институт проблем управления РАН,
Москва, Россия*

Эл. почта: lobars@mail.ru

Information about the authors

Georgiy N. Kalyanov

*Dr. Sci. (Engineering), Professor, Chief Researcher
Institute of Control Sciences of Russian Academy of
Sciences Moscow, Russia*

E-mail: Kalyanov@mail.ru

Boris V. Kupriyanov

*Cand. Sci. (Engineering), Senior Researcher
Institute of Control Sciences of Russian Academy of
Sciences, Moscow, Russia*

E-mail: Kuprianovb@mail.ru

Olga V. Lukinova

*Dr. Sci. (Engineering)
Institute of Control Sciences of Russian Academy of
Sciences Moscow, Russia*

E-mail: lobars@mail.ru

Изучение перспективных защищенных информационных систем на основе моделирования сигналов

Целью исследования является повышение эффективности управления информационной безопасностью за счет использования сетей 5G. Переход на сети пятого поколения не решает существующих проблем информационной безопасности и приводит к появлению новых угроз. Основная цель каждого метода модуляции сигналов заключается в обеспечении высокой пропускной способности, надлежащего качества передачи в условиях зашумленного канала связи, используя при этом минимальное количество энергии. Одним из самых эффективных показателей повышения уровня информационной безопасности в беспроводных сетях является квадратурная модуляция, которая используется в таких сетях как: LTE, WiMAX, McWill, DVB-T (T2), Wi-Fi и других сетях радиодоступа [1].

Одним из перспективных направлений развития сетей 5G является использование высших частотных диапазонов, таких как диапазон миллиметровых волн (от 30 до 300 ГГц) [2,3]. Особенностью миллиметрового диапазона волн является то, что они обеспечивают значительно более широкие спектральные полосы, давая возможность существенно повысить пропускную способность в каналах.

Таким образом, при изучении перспективных защищенных информационных систем, основанных на применении технологии сетей 5G целесообразно использовать моделирование сигналов канального уровня взаимодействия абонентов, которое позволяет на физическом уровне оценить основные параметры защищенности.

Материалы и методы исследования. Сети пятого поколения будут одновременно и похожи на любое предыдущее поколение мобильных сетей, и при этом заметно отличаться от них — и этому есть целый ряд объяснений, которые становятся очевиднее, если задуматься о том, каким образом эти изменения влияют на принципы обеспечения безопасности пользователей и оборудования сетей пятого поколения.

Широкое распространение в области передачи цифровой информации, включая сети 5G, получила комбинационная модуляция, получившая название квадратурной амплитудной модуляции. Большей спектральной эффективностью обладают многопозиционные сигналы, из которых наиболее часто используют четырехпозиционную фазовую модуляцию и шестнадцатипозиционную квадратурную амплитудную модуляцию.

Квадратурная амплитудная модуляция является разновидностью многопозиционной амплитудно-фазовой модуляции, помимо фазы амплитуда сигнала при заданном виде модуляции также будет нести в себе информацию. Это приводит к тому, что при заданной полосе частот возрастает количество передаваемой информации.

Представлен краткий обзор существующих подходов к построению модуляции OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing — ортогональное частотное разделение каналов с мультиплексированием) [4, 5] систем и методов формирования решений задач модуляции сигналов для построения таких систем.

Результаты. В настоящее время технология OFDM-систем широко применяется в современных системах беспроводного Интернета. Высокая скорость передачи информации в OFDM-системах достигается с помощью параллельной передачи информации по большому числу ортогональных частотных подканалов (поднесущих) [6].

Метод синтеза сигнально-кодированных конструкций с ортогональным частотным мультиплексированием предусматривает различные сценарии использования полуквадратурной модуляции в зависимости от требований защищенности от перехвата, а также балансирование между спектральной и энергетической эффективностью. Данный метод может использоваться в двух случаях: с альтернативной и согласованной передачами сигналов. В случае с альтернативной передачей, только одна из четырех поднесущих используется в течение одного канального интервала. Для эффективного использования пропускной способности, предложенный метод предполагает использование спектра трех других поднесущих для передачи данных в D2D каналах (это созданием связи между двумя пользовательскими устройствами, которые находятся в непосредственной близости), что позволяет дополнительно избежать интерференции между фиксированными каналами и каналами связи D2D.

Заключение. В настоящее время сети 5G можно считать одной из необходимых составных частей цифровой трансформации и цифровой экономики, при этом основной задачей при обеспечении безопасности в сотовой связи является защита от прослушивания. Однако в будущем мире смартфонов и интернета вещей, в окружениях с большим количеством механизмов, вероятность прослушивания, по всей видимости, отойдет на второй план. Вместо этого придется задуматься о таких вещах как атаки с манипуляцией данными, которые, к примеру, могут использоваться для того, чтобы отдавать командам на выполнение определенных действий (например, открыть дверь или перехватить управление беспилотным автомобилем). У операторов мобильных сетей, как и у производителей бытовой электроники, появится возможность предлагать «безопасность в виде сервиса», в результате чего поставщики приложений смогут при передаче отдельных видов данных применять дополнительные уровни безопасности поверх уже существующих защищенных каналов сети сотовой связи.[7]

За счет лучшей спектральной плотности, предложенный метод формирования сигнала дает возможность использовать прототипы оконных функций с лучшими свойствами пространственной локализации без нарушения условия ортогональности сигнальных базисов, и соответственно не требует использования циклических префиксов при формировании OFDM сигнала.

Ключевые слова: защищенные информационные системы, информационная безопасность, сети мобильной связи, математическая модель, сигнал, эффективность, цифровая информация

The study of promising secure information systems based on signal modeling

The aim of the study is to increase the effectiveness of information security management through the use of 5G networks. The transition to the fifth-generation network does not solve the existing problems of information security and leads to the emergence of new threats. The main objective of each modulation method of signals is to ensure high bandwidth, proper transmission quality in a noisy communication channel, using the minimum amount of energy. One of the most effective indicators of increasing the level of information security in wireless networks is quadrature modulation, which is used in such networks as: LTE, WiMAX, McWill, DVB-T (T2), Wi-Fi and other radio access networks [1].

One of the promising directions for the development of 5G networks is the use of higher frequency ranges, such as the range of millimeter waves (from 30 to 300 GHz) [2, 3]. A feature of the millimeter wave range is that they provide much wider spectral bands, making it possible to significantly increase the bandwidth in the channels.

Thus, when studying prospective protected information systems based on the use of 5G network technology, it is advisable to use a simulation of the signals of the channel-level interaction of subscribers, which allows you to evaluate the basic security parameters at the physical level.

Materials and research methods. Fifth generation networks will simultaneously look like any previous generation of mobile networks, and at the same time they will differ significantly from them – and there are a number of explanations that become more obvious if you think about how these changes affect the principles of user and equipment safety networks of the fifth generation.

Widespread in the field of digital information transmission, including 5G networks, has received combinational modulation, called quadrature amplitude modulation.

Multiposition signals have the greatest spectral efficiency, of which four-position phase modulation and sixteen-position quadrature amplitude modulation are most often used.

The quadrature amplitude modulation is a kind of multi-position amplitude-phase modulation, in addition to the phase, the amplitude of the signal for a given type of modulation will also carry information. This leads to the fact that for a given frequency band the amount of transmitted information increases.

A brief overview of the existing modulation approaches is presented OFDM (english. Orthogonal frequency-division multiplexing) [4,

5] systems and methods for forming solutions of signal modulation problems for building such systems/

Results. Currently, OFDM technology is widely used in modern wireless Internet systems. High data transfer rates in OFDM systems are achieved using parallel information transfer over a large number of orthogonal frequency subchannels (subcarriers) [6].

The method of synthesizing signal-code constructions with orthogonal frequency multiplexing provides for different scenarios for the use of semi-square modulation depending on the requirements for interception protection, as well as balancing between spectral and energy efficiency. This method can be used in two cases: with alternative and consistent transmission of signals. In the case of alternative transmission, only one of the four subcarriers is used during one channel interval. For efficient use of bandwidth, the proposed method involves the use of the spectrum of three other subcarriers for data transmission in D2D channels (this creates a connection between two user devices that are in close proximity), which allows you to further avoid interference between fixed channels and D2D communication channels.

Findings. At present, 5G networks can be considered as one of the necessary components of the digital transformation and digital economy, while the main task in ensuring security in cellular communications is protection against eavesdropping. However, in the future world of smartphones and the Internet of things, in environments with a large number of mechanisms, the probability of listening is likely to fade into the background. Instead, you have to think about such things as data manipulation attacks, which, for example, can be used to command the mechanisms to perform certain actions (for example, open the door or take control of an unmanned vehicle). Mobile network operators, like consumer electronics manufacturers, will be able to offer “security as a service,” with the result that application providers will be able to apply additional levels of security over existing secure cellular network channels when transferring certain types of data. [7] Due to the better spectral density, the proposed signal conditioning method makes it possible to use prototypes of window functions with the best spatial localization properties without violating the orthogonality condition of the signal bases, and accordingly does not require the use of cyclic prefixes when generating the OFDM signal.

Keywords: secure information systems, information security, mobile networks, mathematical model, signal, efficiency, digital information

Введение

OFDM-системы начали свое развитие в середине 60-х годов XX века [8–10] но оборудование, реализующее данный принцип работы (LTE, WiMAX, McWill, DVB-T (T2), Wi-Fi), стало доступным сравнительно недавно, и представлено в основном крупными производителями, такими как Intel, Fujitsu, Huawei.

Важной задачей создания отечественной OFDM системы является разработка эффективного алгоритма коррекции комплексной передаточной характеристики канала связи при построении защищенных информационных систем на базе сетей 5G с использованием моделирования сигналов.

Актуальность данной работы определяется тем, что сети мобильной связи стремительно развиваются в течение последнего десятилетия,

что обусловлено большой популярностью смартфонов и планшетов на рынке вычислительной техники. Эта тенденция ожидаемо будет сохраняться в ближайшем будущем, поскольку рынок беспроводных устройств постоянно расширяется, проникая во все сферы человеческой жизни. Соответственно, стремительный рост объемов трафика в сетях мобильной связи ставит новые требования к их пропускной способности. Ведущие компании на рынке технологии сетей мобильной связи согласовали требования относительно тысячекратного повышения информационной емкости в сетях пятого поколения.

Значительную роль в энергетической эффективности и обеспечении информационной безопасности беспроводных сетей передачи данных играет метод модуляции [9].

Одним из преимуществ миллиметровых волн является значительно более компактные разме-

ры передающих и приемных антенн, что дает возможность использовать более эффективные схемы пространственного мультиплексирования за счет увеличения количества антенн как на стороне базовой станции так и на стороне абонентского устройства.

Поэтому, важно разработать новые методы и алгоритмы передачи сигналов в радиоканалах, которые бы дали возможность обеспечить надлежащую защиту от несанкционированного вмешательства в системы двойного назначения. В частности, большое внимание уделяется именно методам модуляции сигналов и технологии OFDM-систем.

В соответствии с ФЗ от 26 июля 2017 г. № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», к системам связи устанавливаются ряд требований, необходимых для их нормального функционирования [12].

В отличие от существующих решений, которые вынуждены жертвовать производительностью при использовании текущих беспроводных технологий, сети 5G создаются для реального массового внедрения «интернета вещей» и других требовательных к скорости сети и доступности сервисов. Данные технологии подвижной радиосвязи сети 5G, обладают колоссальными возможностями для развития всех отраслей экономики страны.

1. Математическая модель сигнала с квадратурно-амплитудной модуляцией

При использовании алгоритма шестнадцатипозиционной квадратурной амплитудной модуляции (16-QAM – Quadrature Amplitude Modulation) передаваемый сигнал кодируется одновременными изменениями амплитуды синфазной (I) и квадратурной (Q) компонент несущего гармонического колебания, которые сдвинуты по фазе друг относительно друга. Результирующий сигнал S формируется при суммировании этих колебаний. Квадратурное представление сигналов является удобным и достаточно универсальным средством их описания.

Для данного алгоритма существенно, что при модулировании синфазной и квадратурной составляющей несущего колебания используется одно и то же значение шага изменения амплитуды.

Для случая квадратурно-амплитудной модуляции сигнал с ортогональным частотным мультиплексированием записывается следующим образом [13]:

$$S_{OFDM/QAM}(t) = \sum_{k=1}^N g_k(t) [A_{kI} \cos(\omega kt) - A_{kQ} \sin(\omega kt)] \quad (1)$$

где $g_k(t)$ – форма прототипного импульса, A_{kI} , A_{kQ} – синфазная и квадратурная амплитуда

символа, $\omega = 2\pi f$, где f – частота поднесущей, k – индекс поднесущей, N – количество поднесущих OFDM сигналов.

OFDM удовлетворяет требования по обеспечению высокоскоростной передачи дискретной информации по радиоканалам, поскольку в структуре сигнала есть особенности, обеспечивающие устойчивость к помехам, которые возникают в радиоканалах [14]. Высокая спектральная эффективность OFDM сигнала позволяет ограничить полосу частот, необходимую для обеспечения требуемой скорости передачи. Использование большого количества поднесущих частот определяет такие его свойства, как устойчивость к узкополосным помехам и частотно-селективным замираниям вследствие многолучевого распространения волн [15].

Математическое представление сигнала QAM записывается следующим образом [16]:

$$S_{QAM}(t) = g(t)A_I \cos(\omega t) - g(t)A_Q \sin(\omega t) \quad (2)$$

где $g(t)$ – форма прототипного импульса, A_I , A_Q – синфазная и квадратурная амплитуда символа, $\omega = 2\pi f$, где f – частота несущей.

Поскольку нисходящий канал связи в LTE использует мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM), математическая модель сигнала определяется формулой (1).

Мгновенная мощность сигнала в момент времени t определяется как:

$$P(t) = g_k^2(t) [A_{kI} \cos(\omega kt) - A_{kQ} \sin(\omega kt)]^2 \quad (3)$$

Поскольку прототипная функция является одинаковой для всех сигналов, энергия QAM сигнала вычисляется следующим образом:

$$E_{QAM} = g^2(t) \int_0^{66.7} [A_I \cos(\omega kt) - A_Q \sin(\omega kt)]^2 dt \quad (4)$$

Формула (4) определяет энергию QAM символа для одного ресурсного элемента. Однако, она не может быть вычислена путем простого интегрирования. Поэтому, мы используем интегрирование по частям для расчета полной энергии передаваемого сигнала. Поэтому, представим ее следующим образом:

$$E_{QAM} = g^2(t) \int_0^{66.7} (A_I^2 \cos^2(\omega t) - 2A_I A_Q \cos(\omega t) \sin(\omega t) + A_Q^2 \sin^2(\omega t)) dt \quad (5)$$

Представляя интеграл от суммы в виде суммы интегралов и вынося константы интегрирования, получаем:

$$E_{QAM} = g^2(t) \cdot \left[A_I^2 \int_0^{66.7} \cos^2(\omega t) dt - 2A_I A_Q \int_0^{66.7} \cos(\omega t) \sin(\omega t) dt + A_Q^2 \int_0^{66.7} \sin^2(\omega t) dt \right] \quad (6)$$

Для интегрирования по частям, вводится следующая подстановка переменных:

$$u = \cos(\omega t), du = -\sin(\omega t)dt, \cos^2(\omega t) = \left(\frac{1}{2} + \frac{\cos(2\omega t)}{2}\right) \quad (7)$$

После этого, формула (6) будет записана в следующем виде:

$$E_{QM} = g^2(t) \cdot \left[A_I^2 \int_0^{66.7} \left(\frac{1}{2} + \frac{\cos(x)}{2}\right) dx - 2A_I A_Q \int_0^{66.7} u du + A_Q^2 \int_0^{66.7} \left(\frac{1}{2} - \frac{\cos(x)}{2}\right) dx \right] = g^2(t) \cdot \left[\frac{A_I^2}{2} \int_0^{66.7} Idt + \frac{A_I^2}{2} \int_0^{66.7} \cos(x) dx - 2A_I A_Q \int_0^{66.7} u du + \frac{A_Q^2}{2} \int_0^{66.7} Idt - \frac{A_Q^2}{2} \int_0^{66.7} \sin(x) dx \right] \quad (8)$$

Вычислив каждый интеграл в (2) независимо получаем:

$$E_{QAM} = g^2(t) \cdot \left[\frac{A_I^2}{2} (\omega t) + \frac{A_I^2}{4} \sin(x) + u^2 A_I A_Q + \frac{A_Q^2}{2} \omega t - \frac{A_Q^2}{4} \sin(x) \right]_0^{66.7} \quad (9)$$

Возвращаясь к исходным переменным и упрощая выражение, получаем суммарную энергию одного квадратурно-амплитудно модулированного символа:

$$E_{QAM} = \frac{g^2(t)}{4} \cdot \left[2(A_I^2 + A_Q^2)\omega t + 4A_I A_Q \cos^2(\omega t) + (A_I^2 - A_Q^2)\sin(2\omega t) \right]_0^{66.7} \quad (10)$$

1.1. Математическая модель модифицированного сигнала с полуквадратурно-амплитудной модуляцией

Для повышения информационной безопасности процесса передачи данных в сетях мобильной связи предлагается метод полуквадратурно-амплитудной модуляции, который позволяет повысить сложность несанкционированного вторжения в радиоканалы связи. Это достигается за счет того, что в отличие от обычной QAM, в предложенном методе модулируется только одна компонента сигнала на передающей стороне. Однако, целевой приемник имеет возможность воспроизводит входной сигнал как двухкомпонентный, используя таблицу ассоциативности составляющих, которая известна только ему [17].

Для математического представления HQAM (Half QAM) сигнала исключим квадратурную составляющую:

$$S_{HQAM}(t) = g(t)A \cos(\omega t) \quad (11)$$

Тогда математическое представление OFDM/HQAM сигнала примет вид:

$$S_{OFDM/HQAM}(t) = \sum_{k=1}^N g_k(t)A_k \cos(\omega_k t) \quad (12)$$

Мгновенная мощность OFDM/HQAM сигнала вычисляется как:

$$P(t) = g^2(t)A_1^2 \cos(\omega t) \quad (13)$$

В этом случае полная энергия OFDM/HQAM сигнала будет определяться:

$$E_{HQAM} = g^2(t)A_1^2 \int_0^{66.7} \cos^2(\omega t) dt \quad (14)$$

Как видно из формулы (14), вся энергия сигнала HQAM на передающей стороне приходится только на одну компоненту. При этом, приемник воспроизводит данный сигнал как двухкомпонентный, что вдвое увеличивает эффективную энергию принятого сигнала. Это достигается путем передачи отдельных символов сигнального созвездия на различных поднесущих частотах. Качественный вид частотной структуры поднесущих OFDM-системы связи показан на рис. 1

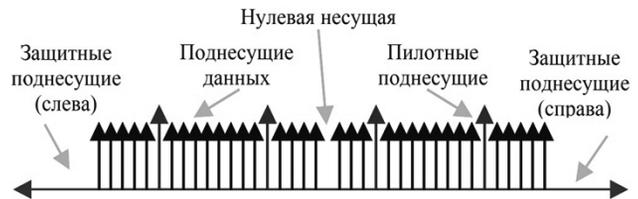


Рис. 1. Качественный вид частотной структуры поднесущих OFDM-системы

В этом случае четыре поднесущие OFDM сигнала передают символы, которые логически относятся к одному созвездия модуляции, однако физически передаются отдельно. Каждая поднесущая связана с уникальной для нее таблицей ассоциативности.

2. Повышение защищенности радиоканалов для различных типов квадратурно-амплитудной модуляции путем использования ассоциативности поднесущих

Более подробно рассмотрим предложенные типы полуквадратурно-амплитудной модуляции с альтернативным передачей и согласованным передачей для четырех поднесущих.

Для случая квадратурно-фазовой модуляции, в которой позиционность сигнального созвездия $M = 4$, передатчик передает только один символ AI с амплитудой равной $1/\sqrt{2}$ на одной из четырех поднесущих. Выбор одной поднесущей, из заданного набора из четырех поднесущих зависит от I-Q комбинации данного символа. Каждая точка созвездия HQPSK (Half QPSK) представлена своей поднесущей, а именно:

- первая поднесущая: AI = $1/\sqrt{2}$, AQ = $1/\sqrt{2}$;
- вторая поднесущая: AI = $1/\sqrt{2}$, AQ = $-1/\sqrt{2}$;
- третья поднесущая: AI = $-1/\sqrt{2}$, AQ = $1/\sqrt{2}$;
- четвертая поднесущая: AI = $-1/\sqrt{2}$, AQ = $-1/\sqrt{2}$.

Каждая поднесущая дает возможность представлять полученный символ как символ I-Q обычной QPSK модуляции. Таким образом,

скорость передачи битов предложенного метода такая же, как и для QPSK модуляции. Однако, использование таблиц ассоциативности поднесущих на передающей и приемной стороне вводит в заблуждение противника, поскольку физически сигнал в канале связи передается в виде обычного амплитудно-модулированного сигнала.

Полноценно информацию можно воспроизвести только при наличии полных таблиц ассоциативности, которые могут быть сформированы с использованием нескольких тысяч различных комбинаций несущих частот сигнала OFDM. Принцип ассоциации поднесущих при использовании полуквадратурно-фазовой модуляции представлен на рис. 2.

Сигнальное созвездие для HQPSK модуляции рассмотрен на рис. 3. Круговые области показывают соответствующие точки каждой поднесущей. Сплошная линия ограничивает точку первой поднесущей, штриховая – второй поднесущей, пунктирная – третьей поднесущей, и штрих-пунктирная линия – четвертая поднесущая, соответственно.

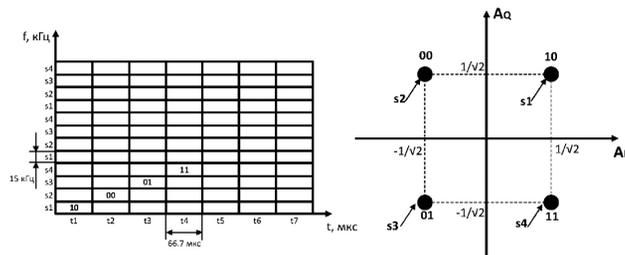


Рис. 2. Принцип ассоциации поднесущих OFDM сигнала с символами созвездия квадратурно-фазовой модуляции

Использование определенной поднесущей зависит от необходимой комбинации бит из множества {00, 01, 10, 11}. Таким образом, зная индекс поднесущей, на которой получен сиг-

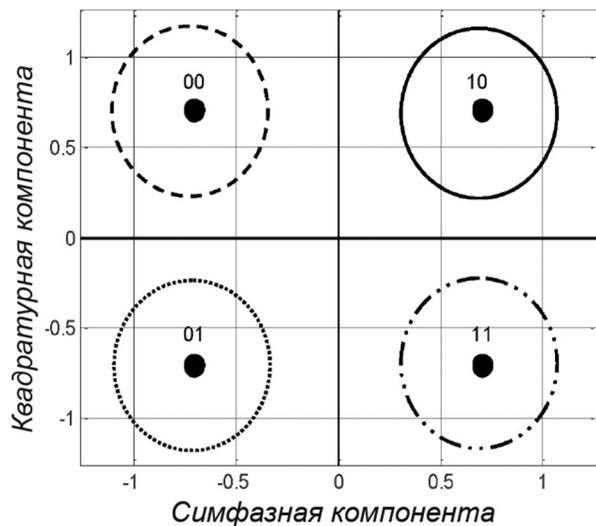


Рис. 3. Сигнальное созвездие полуквадратурно-фазовой модуляции

нал, приемник сравнивает амплитуду Q с амплитудой I согласно таблице ассоциативности. Этот метод является менее сложным на передающей стороне, более энергоэффективным, однако сложнее для детектирования, по сравнению с обычной QPSK модуляцией.

По аналогии, предложенный метод формирования сигнала с квадратурно-амплитудной модуляцией может быть масштабирован до произвольной позиционной зависимости модуляции. Для примера. Представим метод для 16-ти позиционной HQAM модуляции. Передатчик передает синфазные символы с амплитудами $\{-3/\sqrt{10}, -1/\sqrt{10}, 1/\sqrt{10}, 3/\sqrt{10}\}$. Таким образом, вместо двух компонент 16 QAM сигнала, физически передается только одна компонента. На приемной стороне приемник ассоциирует амплитуду квадратурной составляющей полученной синфазной составляющей согласно таблице ассоциативности (табл. 1), как символ I-Q в созвездии 16-QAM. Каждая поднесущая связана лишь с четырьмя символами вместо 16 (рис. 3). То есть, битовая скорость одной поднесущей такая же, как для 16-QAM, однако защищенность канала существенно выше.

Таблица 1

Таблица ассоциативности 16 HQAM

Индекс поднесущей	Синфазная амплитуда	Квадратурная амплитуда
1	$-3/\sqrt{10}$	$-3/\sqrt{10}$
	$-1/\sqrt{10}$	$-1/\sqrt{10}$
	$1/\sqrt{10}$	$1/\sqrt{10}$
	$3/\sqrt{10}$	$3/\sqrt{10}$
2	$-3/\sqrt{10}$	$3/\sqrt{10}$
	$-1/\sqrt{10}$	$1/\sqrt{10}$
	$1/\sqrt{10}$	$-1/\sqrt{10}$
	$3/\sqrt{10}$	$-3/\sqrt{10}$
3	$-3/\sqrt{10}$	$1/\sqrt{10}$
	$-1/\sqrt{10}$	$3/\sqrt{10}$
	$1/\sqrt{10}$	$3/\sqrt{10}$
	$3/\sqrt{10}$	$1/\sqrt{10}$
4	$-3/\sqrt{10}$	$-1/\sqrt{10}$
	$-1/\sqrt{10}$	$-3/\sqrt{10}$
	$1/\sqrt{10}$	$-3/\sqrt{10}$
	$3/\sqrt{10}$	$-1/\sqrt{10}$

Как видно из рис. 4а, каждый символ созвездия 16 HQAM представляет 4 бита, как и при обычной 16-QAM. Однако такой метод формирования сигналов повышает сложность его перехват противником. Линии на рисунке ограничивают области символов каждой поднесущей. Ассоциация поднесущих в наборе символов сигнального созвездия модуляции осуществляется аналогично (рис. 2), за исключением количества позиций сигнального созвездия. Кроме альтернативного метода передачи сигналов, предложен вариант модуляции 16 HQAM с согласованной передачей. Данный метод использует такую же таблицу ассоциативности, как и 16 HQAM с альтернативным передачей (табл. 1). Однако, при использовании согласо-

ванной передачи с четырьмя поднесущими одновременно, один символ представляет только два бита вместо четырех.

Соответственно, сложность детектирования такого сигнала есть еще выше, чем в методе с альтернативным передачей, поскольку кроме таблицы ассоциативности, приемник должен иметь информацию о последовательности символов поднесущих, которая динамически изменяется по закону, известному лишь для передающего и приемного устройства. Сигнальное созвездие для 16 HQAM с согласованным передачей представлено на рис. 4б.

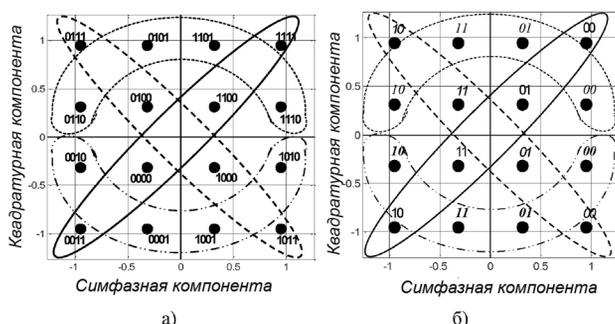


Рис. 4. Созвездие модуляции 16 HQAM: а) с альтернативной передачей; б) с согласованной передачей

На рис. 4б, каждый символ 16-HQAM созвездие представляет 2 бита вместо 4 бит. Тем не менее, четыре поднесущей передают одновременно четыре символа, которые не перекрываются, и общее количество переданных битов увеличивается до 8 бит на модулированный блок 4 поднесущей $\times 15\text{кГц} \times 66.7\text{мкс}$.

3. Исследование характеристик радиоканалов при использовании модифицированного метода модуляции с ортогональным частотным мультиплексированием

Предлагаемый метод предусматривает различные сценарии использования полуквадратурной модуляции в зависимости от требований защищенности от перехвата, а также балансирование между спектральной и энергетической эффективностью.

На рис. 5 представлено сравнение спектральной плотности модуляционных символов QAM и HQAM в частотно-временной матрицы сигналов.

Как видно из рис. 5, при формировании сигнала OFDM/HQAM символы QAM разделяются на две составляющие: действительную часть и мнимую, причем мнимая часть сдвигается во времени на величину $T_s/2$ относительно действительной. Соответственно, спектральная плотность сигнала OFDM/HQAM составляет $v_0 = 1$, $\tau_0 = 1/2$, тогда как для OFDM/QAM – $\tau_0 = v_0 = 1$. В таком случае удваивается символьная скорость, вдвое уменьшается количество информации на один модуляционный

символ при сохранении скорости передачи информации на физическом уровне.

Спектральная эффективность системы радиосвязи при использовании предложенного метода синтеза сигнально кодовых конструкций рассчитывается следующим образом [18]:

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \log_2 M}{\tau_0 v_0} \log_2 M \quad (15)$$

Следовательно, для системы OFDM/HQAM, спектральная эффективность выше, чем в системе OFDM/QAM. Это достигается за счет лучшей спектральной плотности, что дает возможность использовать прототипы оконных функций с лучшими свойствами пространственной локализации без нарушения условия ортогональности сигнальных базисов, и соответственно не требует использования циклических префиксов при формировании OFDM сигнала.

На рис. 6 показано сравнение спектральных характеристиках сигнала с ортогональным частотным мультиплексированием при передаче двух соседних ресурсных блоков. Полученные результаты показывают существенное преимущество предложенного метода синтеза сигнала с ортогональным частотным мультиплексированием с точки зрения спектральных характеристик и локализации энергии сигнала. Преимуществом предложенного метода синтеза сигнала является мгновенный спад уровня боковых лепестков спектральной характеристики и их одинаковый уровень, что дает возможность повысить энергетическую и спектральную эффективность радиоканалов военного назначения [19].

Согласно предложенной методике было определено, что прямоугольная оконная функция имеет лучшие показатели частотно-временной локализации, что подтверждается значением параметра Гейзенберга 0.9762. Для аналогичных границ Δt и Δf , параметр Гейзенберга для прямоугольной оконной функции составляет 0.1546. Преимуществом функции Чебышева над другими функциями являются мгновенный спад боковых гармоник на уровень -100 дБ и их равномерный уровень по всей ширине спектра, как показано на рис.6б. Такое свойство функции Чебышева дает возможность повысить эффективность радиоканалов в гетерогенной сети,

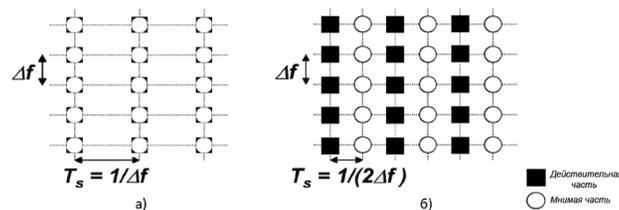


Рис. 5. Частотно-часовая матрица: а) OFDM/QAM; б) OFDM/HQAM

даже при значительном разбросе их частотно-временных параметров.

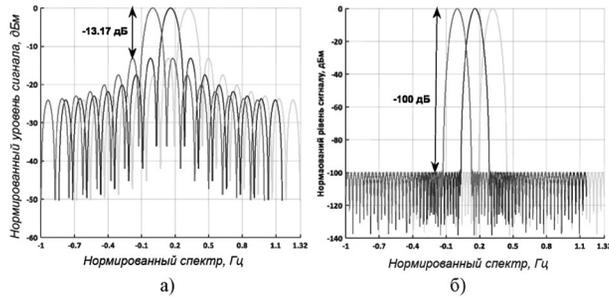


Рис. 6. Сравнение спектра сигнала OFDM для трех несущих: а) При прямоугольной оконной функции; б) функции Чебышева.

Кроме того, проведено моделирование коэффициента появления битовых ошибок от соотношения сигнал/шум для оценки предложенного метода в сравнении с существующими методами квадратурно-амплитудной модуляции. На рис. 7 показаны результаты моделирования для HQPSK и QPSK модуляции для Гауссовского и Релеевского канала.

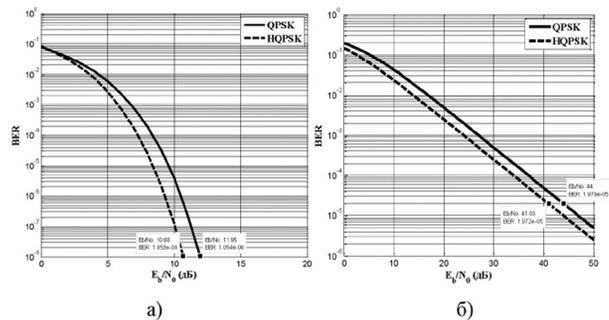


Рис. 7. Сравнительная зависимость коэффициента появления битовых ошибок от соотношения сигнал/шум для QPSK и HQPSK в условиях: а) Гауссовского канала; б) Релеевского канала.

Аналогичные результаты для 16 HQAM и 16 QAM приведены на рис 8.

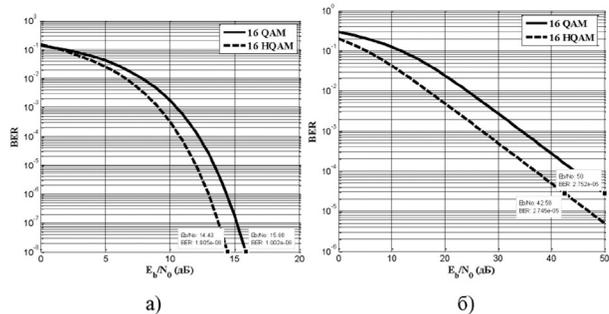


Рис. 8. Сравнительная зависимость коэффициента появления битовых ошибок от соотношения сигнал/шум для 16 QAM и 16 HQAM в условиях: а) Гауссовского канала; б) Релеевского канала

Аналогичные результаты для 64 HQAM и 64 QAM приведены на рис 9.

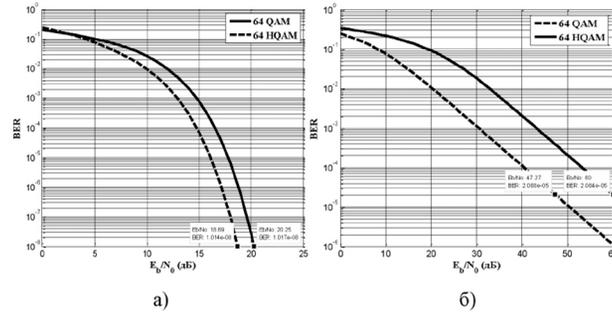


Рис. 9. Сравнительная зависимость коэффициента появления битовых ошибок от соотношения сигнал/шум для 64 QAM и 64 HQAM в условиях: а) Гауссовского канала; б) Релеевского канала

Предложенный метод синтеза сигнала обеспечивает высокую эффективность по сравнению с обычным методом синтеза сигнала от 8% до 10% для Гауссовского канала и от 15% до 25% для Релеевского канала. Выигрыш для Релеевского канала являются лучшими в связи с тем, что при многолучевом распространении волн характерны фазовые шумы и IQ-дисбаланс, которые эффективно устраняются за счет одноконтурной передачи модулированных символов.

Заключение

Опыт показал, что при построении защищенных информационных систем на базе сетей 5G с использованием моделирования сигналов, позволит повысить защищенность беспроводных каналов связи от перехвата данных в сетях 5G двойного использования. Такие сети обладают большей поверхностью атаки по сравнению с нынешними сетями сотовой связи, а это означает, что потенциальная «поверхность атаки» в мобильных сетях нового поколения будет иметь намного больше сходства с таковой в классическом предприятии, поскольку стандартные виртуализированные технологии более доступны и лучше известны, например – [20], чем проприетарные сетевые технологии, которые характерны для нынешних сетей сотовой связи.

В отличие от обычной QAM, в предложенном методе модулируется только одна компонента сигнала на передающей стороне. Однако, целевой приемник имеет возможность воспроизводить входной сигнал как двухкомпонентный, используя таблицу ассоциативности составляющих, которая известна только ему. Использование таблиц ассоциативности поднесущих на передающей и приемной стороне вводит в заблуждение противника, поскольку физически сигнал в канале связи передается в виде обычного амплитудно-модулированного сигнала.

Преимуществом OFDM сигнала является мгновенный спад уровня боковых лепестков спектральной характеристики и их одинаковый уровень, что дает возможность повысить энергетическую и спектральную эффективность радиоканалов назначения даже при значительном разбросе их частотно-временных параметров.

Литература

1. Малиничев Д.М., Резинин Д.А., Шорин А.О. Многофакторная имитационная модель обслуживания подвижных абонентов в мобильных системах связи // Радиотехника. 2016. № 5. С. 121–126.
2. Khan F., Pi Z., Rajagopal S. Millimeter-wave mobile broadband with large scale spatial processing for 5G mobile communication // In IEEE 50th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing (Allerton), Oct. 2012. P. 1517–1523.
3. Rappaport T.S., Sun S., Mayzus R., Zhao H., Azar Y., Wang K., Gutierrez F. Millimeter wave mobile communications for 5G cellular: It will work! // IEEE Access. 2013. № 1. P. 335–349.
4. Wang L., Tellambura C. An Overview of peak-to-average power ratio reduction techniques for OFDM systems. Signal Processing and Information Technology, 2006. IEEE International Symposium. Aug. 2006. P. 840–845.
5. Van Nee R., Prasad R. OFDM in wireless multimedia communications. L.: Artech House, 2000. 260 p.
6. Максимюк Т.А., Пелишок А., Ратич А.Т., Брыч М.В. Повышение помехоустойчивости сигнальных конструкций в системах с ортогональным частотным мультиплексированием // Материалы научно-методической конференции «Современные проблемы телекоммуникаций и подготовка специалистов в области телекоммуникаций». 2012. С. 41–44.
7. Time-Reversal Based Secure Transmission Scheme for 5G Networks over Correlated Wireless Multi-Path Channels // Wireless Pers Commun. 2018. P. 979–1001.
8. Farhang-Boroujeny B., Moradi H. OFDM inspired waveforms for 5G // IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2016. Vol. 18. No. 4. P. 2474–2492.
9. Richard van Nee. Basics and History of OFDM – Woodside Networks. Breukelen, 2003.

References

1. Malinichev D.M., Rezinin D.A., Shorin A.O. Multi-factor simulation model of mobile subscriber service in mobile communication systems. Radiotekhnika = Radio engineering. 2016; 5: 121–126. (In Russ.)
2. Khan F., Pi Z., Rajagopal P. Millimeter-wave mobile broadband with large scale spatial processing for 5G mobile communication. In IEEE 50th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing (Allerton), Oct. 2012: 1517–1523.
3. Rappaport T. , Sun S., Mayzus R., Zhao H., Azar Y., Wang K., Gutierrez F. Millimeter wave mobile communications for 5G cellular: It will work! IEEE Access. 2013; 1: 335–349.

10. Van Nee, R., Prasad R. OFDM in wireless multimedia communications. L.: Artech House, 2000. 260 p.
11. Goldsmith J. Wireless communication. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. P. 1–560
12. Ф3 от 26 июля 2017 г. № 187-Ф3 «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
13. Hua Z. Orthogonal Frequency Division Multiplexing for Wireless Communications: Ph.D. thesis. Georgia Institute of Technology, 2004. 114 p.
14. Аветисян В.Г., Маркосян М.В., Григорян В.В. Многолучевой прием: эквивалентная модель и метод виртуальных антенн // Антенны. 2014. № 6 (205). С. 39–48.
15. Шахнович И. Стандарт широкополосного доступа IEEE 802.16 для диапазонов ниже 11 ГГц // ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005. С. 46–52.
16. Maksymyuk T., Han L., Ge X., Chen H., Jo M. Quasi-quadrature Modulation Method for Power Efficient Video Transmission over LTE Networks // IEEE Transactions on Vehicular Technology. 2014. Vol. 63. №5. P. 2083–2092.
17. Галустов Г.Г., Мелешкин С.Н. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением сигналов. ТТИ ЮФУ, 2012. 80 с.
18. Stryhalyuk V., Yaremko O., Maksymyuk T., Melnyk O. Performance increasing method of wireless system based on determining time-frequency localization properties of OFDM signal // ECONTECHMOD: an international quarterly journal on economics of technology and modelling processes. Krakow, 2012. Vol. 1. № 3. P. 49–54.
19. Ahmad R., Bahai S., Burton R. Multi – Carrier Digital Communications. Theory and Applications of OFDM. Saltzberg: Wi-Fi Planet, 2002. 395 p.
20. Бабаш А.В., Сизов В.А., Микрюков А.А. Security Evaluation of a Brute-force Attack on a Cipher using a Statistical Criterion for Plaintext // Automatic Control and Computer Sciences. 2019. Vol. 53. No. 1. P. 39–44.

4. Wang L., Tellambura C. An Overview of peak-to-average power ratio reduction techniques for OFDM systems. Signal Processing and Information Technology; 2006. IEEE International Symposium. Aug. 2006. P. 840–845.
5. Van Nee R., Prasad R. OFDM in wireless multimedia communications. L.: Artech House; 2000. 260 P.
6. Maksimyuk T.A., Pelishok A., Ratich A.T., Brych M. V Improving the noise immunity of signal structures in systems with orthogonal frequency multiplexing. Материалы научно-методической конференции «Современные проблемы телекоммуникаций и подготовка специалистов в области телекоммуникаций». 2012: 41–44. (In Russ.)
7. Time-Reversal Based Secure Transmission Scheme for 5G Networks over Correlated Wireless

Multi-Path Channels. *Wireless Pers Commun.* 2018; 979-1001.

8. Farhang-Boroujeny B., Moradi H. OFDM inspired waveforms for 5G. *IEEE Communications Surveys & Tutorials.* 2016. Vol. 18. No. 4: 2474–2492.

9. Richard van Nee. *Basics and History of OFDM – Woodside Networks.* Breukelen; 2003.

10. Van Nee, R., Prasad R. *OFDM in wireless multimedia communications.* L.: Artech House; 2000. 260 P.

11. Goldsmith J. *Wireless communication.* Cambridge: Cambridge University Press; 2005: 1-560.

12. FZ от 26 iyulya 2017 g. N 187-FZ «O bezopasnosti kriticheskoy informatsionnoy infrastruktury Rossiyskoy Federatsii» = Federal law of July 26; 2017 N 187-FZ “On the security of the critical information infrastructure of the Russian Federation”. (In Russ.)

13. Hua Z. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing for Wireless Communications: Ph.D. thesis.* Georgia Institute of Technology; 2004. 114 P.

14. Avetisyan V.G., Markosyan M.V., Grigoryan V.V. Multi-path reception: the equivalent model and the method of virtual antennas. *Antenny = Antennas.* 2014; 6 (205): 39-48. (In Russ.)

15. Shakhnovich I. *IEEE 802.16 Broadband Ac-*

cess Standard for Bands Below 11 GHz. ELEKTRONIKA: NTB; 2005: 46-52. (In Russ.)

16. Maksymyuk T., Han L., Ge X., Chen H., Jo M. Quasi-quadrature Modulation Method for Power Efficient Video Transmission over LTE Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology.* 2014. Vol. 63; 5: 2083- 2092.

17. Galustov G.G., Meleshkin S.N. Orthogonal frequency division multiplexing. *TTI YuFU;* 2012. 80 P. (In Russ.)

18. Stryhalyuk B., Yaremko O., Maksymyuk T., Melnyk O. Performance increasing method of wireless system based on determining time-frequency localization properties of OFDM signal. *ECON-TEChMOD: an international quarterly journal on economics of technology and modelling processes.* Krakow; 2012. Vol. 1; 3: 49-54.

19. Ahmad R., Bahai S., Burton R. *Multi – Carrier Digital Communications. Theory and Applications of OFDM.* Saltzberg: Wi - Fi Planet; 2002. 395 R.

20. Babash A.V., Sizov V.A., Mikryukov A.A. Security Evaluation of a Brute-force Attack on a Cipher using a Statistical Criterion for Plaintext. *Automatic Control and Computer Sciences.* 2019. Vol. 53. No. 1: 39–44.

Сведения об авторах

Валерий Александрович Сизов

*Д.т.н, профессор кафедры прикладной информатики и информационной безопасности Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: sizovv_a@gmail.com*

Дмитрий Михайлович Малиничев

*К.э.н, доцент кафедры информационной безопасности Российский государственный социальный университет, Москва, Россия
Эл. почта: mmm_63@list.ru*

Хамзат Хакимович Кучмезов

*К.э.н, доцент кафедры бизнес-информатики Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия
Эл. почта: kuchmezovx@gmail.com*

Information about the authors

Valeriy A. Sizov

*Dr. Sci. (Engineering), Professor, Department of Applied Informatics and Information Security Plekhanov Russian University of Economic, Moscow, Russia
E-mail: sizovv_a@gmail.com*

Dmitriy M. Malinichev

*Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of Information Security Department Russian State Social University, Moscow, Russia
E-mail: mmm_63@list.ru*

Khamzat K. Kuchmezov

*Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of Business Informatics Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia
E-mail: kuchmezovx@gmail.com*