



Научно-практический
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Том 21. № 2. 2017

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:
119501, г. Москва,
ул. Нежинская, д. 7, офис 214
Тел.: (495) 411-66-33 (доб. 300)
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», 2016
Подписано в печать 17.04.17.
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 12. Тираж 1500 экз. Заказ
Напечатано в ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».
117997, Москва, Стремянный пер., 36

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- П.С. Сорокоумов*
Учебный проект робота, управляющего автомобилем 4

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- Л.В. Ларина*
Проведение входного контроля знаний студентов по
«Информатике» с использованием специализированной
компьютерной системы 14
- С.Ю. Ржеуцкая, М.В. Харина*
Междисциплинарное взаимодействие в интегрированной
информационной среде обучения технического вуза 21
- И.В. Серафимович, О.М. Конькова*
Содействие профессионализации через организацию
научно-образовательной среды вуза 29

КАЧЕСТВО ЗНАНИЙ

- Г.Н. Калянов*
Подготовка ИТ-консультантов в разрезе проблематики
отечественного консалтинга 40
- А.В. Лобан, Д.А. Ловцов*
Модель компьютерного обучения с использованием
электронного образовательного ресурса нового поколения. 47
- С.А. Полевой, В.В. Павлова*
Особенности обучения студентов с клиповым мышлением 56

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

- М.А. Ровбо, А.А. Малышев*
Комплекс для изучения энергетически автономных
коллективов роботов 68
- В.М. Трембач*
Когнитивный подход к созданию интеллектуальных
модулей организационно-технических систем 78

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- А.А. Зацаринный, А.П. Шабанов*
Системные аспекты технологии управления научными
и образовательными сервисами 88



Scientific and practical reviewed
journal

OPEN EDUCATION
Vol. 21. № 2. 2017

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:
119501, Moscow,
Nezhinskaya str., 7, office 214
Tel.: (495) 411-66-33 (300)
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, 2016

Signed to print 17/04/17.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 12. 1500 copies.
Order

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

CONTENTS

METHODICAL MAINTENANCE

- Petr S. Sorokoumov*
The class project of cyber-driver..... 4

EDUCATIONAL ENVIRONMEN

- Lubov V. Larina*
Carrying out entrance control of “Informatics” students’
knowledge with use of specialized computer system..... 14
- Svetlana Yu. Rzhetskaya, Marina V. Kharina*
Interdisciplinary cooperation in the integrated information-
learning environment of the technical university 21
- Irina V. Serafimovich, Olga M. Konkova*
Promotion of professionalization through forming the
scientific-educational environment at the university..... 29

QUALITY OF KNOWLEDGE

- Georgiy N. Kalyanov*
It-consultant training in the context of issues of domestic
consulting..... 40
- Anatoliy V. Loban, Dmitriy A. Lovtsov*
Model of e-learning with electronic educational resources of
new generation..... 47
- Sergey A. Polevoy, Valentina V. Pavlova*
Peculiarities of teaching students with mosaic thinking 56

PROBLEMS OF INFORMATIZATION OF ECONOMICS AND MANAGEMENT

- Maxim A. Rovbo, Aleksandr A. Malyshev*
Energetically self-sufficient robot
group study kit 68
- Vasily M. Trembach*
Cognitive approach to developing the intelligent modules of
organizational and technical systems 78

NEW TECHNOLOGIES

- Alexander A. Zatsarinnyy, Alexander P. Shabanov*
System aspects of management technology for scientific and
educational services..... 88

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

Александр Григорьевич Абросимов, д.п.н., проф., профессор кафедрой 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
Лукинова Ольга Васильевна

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

THE EDITORIAL BOARD of the journal «Open Education»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Vasiliy 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

Учебный проект робота, управляющего автомобилем

Цель данной работы — описать учебный проект для школьников старших классов по созданию робота-водителя, позволяющий обучать их программированию, схемотехнике, началам робототехники в процессе решения практически важных и интересных с научной точки зрения задач.

При широком разнообразии современных человекоподобных роботов программные средства для них зачастую недостаточно качественны. Некоторые действия, выполняемые животными и людьми просто и без раздумий, например движение по неровной местности или подъем по лестнице, для биоподобных роботов очень сложны, требуют тонких настроек и могут привести к серьезным авариям при ошибках. Аналогичная ситуация складывается с восприятием роботов: для повседневных задач распознавания образов и анализа сцен требуются сложные алгоритмы и огромные ресурсы. Однако, можно избежать многих проблем, если применить в робототехнике биологически инспирированные модели.

Моделирование движений роботов путем копирования движений людей на практике используется часто. Однако, полное воспроизведение роботом работы центральных моторных программ человека может облегчить разработку систем управления и их проверку. Учебный проект позволяет школьникам сделать первые шаги в работе по этому перспективному направлению науки и техники. Кроме того, системы восприятия также могут более полно воспроизводить работу зрительных систем,

что позволит лучше структурировать системы компьютерного зрения и облегчит их разработку. В качестве примера применения метода биоподобия учащимся предлагалось создать систему, способную управлять моделью автомобиля.

В результате выполнения проекта школьники смогли освоить работу с андроидным роботом, способным манипулировать органами управления транспортными средствами (рычагами, рулевым колесом и кнопками), а также мобильной платформой для этого робота. Разработанная модель учебного робота YARP-3 позволяет легко вносить изменения в конструкцию, поощряя творчество учащихся. Программное обеспечение позволяет системе самостоятельно выполнять часть задач водителя (распознавание элементов управления автомобилем, распознавание некоторых видов препятствий, движение без столкновений). Проект разработан с учётом специфических для робототехники особенностей: междисциплинарности и соревновательности; он допускает внесение изменений как в математические формулировки поставленных задач, так и в методы реализации программных и аппаратных средств. Кроме того, в работе приводятся некоторые соображения по организации других обучающих робототехнических проектов, способных заинтересовать учащихся техническим творчеством.

Ключевые слова: биоподобные технологии, андроидная робототехника, учебный проект.

Petr S. Sorokoumov

National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russia

The class project of cyber-driver

This article describes a class project of cyber-driver, i.e. an android robot controlling a mobile platform. This project can be used both to teach high-school students in programming, hardware design and foundations of robotic science by solving some important and scientifically interesting tasks.

Despite the great number of modern android robotics systems, their software controlling systems often have serious issues. Such actions as rough terrain movement or stairs climbing can be performed simply and accurately by both humans and animals but not by biosimilar robots. The traditional systems in these cases demand many complex and precise settings to perform such movements and nevertheless they remain very vulnerable to random factors. In robotic perception models the situation is similar: casual human tasks as image recognition or scene analysis need complex algorithms and huge computer resources if performed by robots. Biologically-inspired models can improve matters in robotic science.

Human movement copying is often used for solving this problem in practice but it does not allow copying considerable aspects of movement controlling in nervous system. Both controlling quality and testing quality for the aforementioned tasks can be essentially improved if the robot uses techniques similar to central motor programs of human.

This project helps students to study this important domain. Besides, robotic perception can imitate biological systems more closely. Such biologically-inspired perception models give structure to computer vision systems and allow developing these systems quicker. The cyber-driver project is an example of biologically-inspired educational system.

The system proposed consists of android robot that can manipulate levers, wheels and buttons, and mobile robotic platform. Educational robotic platform YARP-3 allows easy modification of constructing arms and grippers encouraging students' creativity. The software of the robot can automatically perform some of the driver's tasks (indicators recognition, obstacle avoiding and movement without collisions). The project uses some key features of robotic science, which are interdisciplinarity and competitive spirit, to improve students' experience. The project's architecture allows modifications in both mathematical and practical aspects of the result system's description. Besides that, some extra suggestions about project-based inquiry in robotics are made.

Keywords: biosimilar technologies, android robotics, class project.

Введение

Дополнительное обучение детей техническим дисциплинам — широко распространённая практика. Она позволяет школьнику применить полученные в школе знания к реальным задачам, получить опыт самостоятельной работы, а также помогает профессиональной ориентации. Среди других технических дисциплин, преподавание которых возможно в этих условиях, робототехника вызывает особый интерес: область применения роботов постоянно расширяется, доступность их повышается, а спрос на специалистов пока в полной мере не удовлетворён. Поэтому создание качественных учебных программ для таких курсов кажется весьма важной задачей.

Обучение школьников робототехнике — задача весьма трудная. Конструирование и программирование роботов требуют знаний сразу во многих областях: механике, электротехнике, программировании, обработке данных. При этом программа обучения даже в специализированной школе не обеспечивает требуемых знаний и навыков; чаще всего эти предметы входят в состав курсов высшего образования. Некоторые школьники пытаются освоить требуемые дисциплины — например, радиотехнику или программирование — самостоятельно, с переменным успехом. Исходный уровень знаний как специальных, так и общеобразовательных дисциплин у разных учащихся отличается очень сильно. Различаются и их предпочтения в работе: некоторых интересует в первую очередь изготовление роботов, других — проектирование, третьих — программирование. Таким образом, обучать всех по единому учебному плану сложно — изложение необходимого материала займёт слишком много времени, значительная

часть его будет восприниматься многими учащимися как ненужная в их работе («зачем мне, будущему программисту, электроника?»), и это погасит в них всякий интерес к делу. Много трудностей возникает и в практических занятиях: чтобы сделать интересного робота, нужно много времени и усилий, нужно работать вместе с коллегами — даже для дипломированных специалистов регулярная методичная работа может оказаться слишком сложной и монотонной, не говоря о детях.

Преодолеть значительную часть описанных трудностей может позволить проектный подход [1]. Основная его идея — обучение в процессе выполнения заранее поставленного задания с чётко определённой целью (в данном случае цель — создание робота с заданными свойствами)[2]. Для успешного выполнения проекта проектная команда делится на коллективы, каждый из которых выполняет отдельное поставленное преподавателем задание — разработку одного из модулей робота. В данном случае под модулем понимается функционально законченная часть системы, которая взаимодействует с другими модулями заранее определённым образом и обладает внутренней структурой, доступной для понимания и модификации. Каждая группа непосредственно получает только те знания, которые необходимы для работы над его модулем, и сразу же применяет их на практике; это позволяет обучать коллективы в значительной степени независимо и адаптировать программу обучения при необходимости. В дальнейшем при сборке системы из модулей учащимся приходится взаимодействовать с коллегами из других групп, и это способствует закреплению полученных знаний у одних и пробуждает интерес к новым разделам у других.

Модули системы могут разрабатываться независимо друг от друга, если они удовлетворяют поставленным заранее требованиям. Устройство модулей не должно влиять на работоспособность итоговой системы (на эффективность, разумеется, оно влияет). Если умения учащихся позволяют это сделать, можно поручить им разработать несколько вариантов модуля, работающих по-разному. При этом дух состязательности, свойственный робототехнике, лучше вовлекает детей в работу. Многие школьники участвуют или хотя бы участвуют в соревнованиях роботов разных классов. Если организовать соревнование внутри коллектива разработчиков, можно сделать работу интереснее для учащихся, добавить зрелищности.

Изложенные выше основные принципы были использованы в заданиях, выполнявшихся школьниками в образовательном центре «Сириус» в июле 2016 г. и на молодёжном форуме в Ярославле в ноябре 2016 г. Далее излагаются теоретические предпосылки проекта робота-водителя, объясняется практическое и педагогическое значение поставленной перед школьниками задачи. В следующих разделах описывается общая архитектура системы, формулируются варианты её построения, излагается ход решения основных задач, а также делаются выводы о возможных применениях полученных результатов.

1. Теоретические основы проекта

Современные человекоподобные роботы — сложные и дорогие технические устройства, способные выполнять многие действия аналогично тому, как их выполняют люди: ходить на двух ногах, манипулировать предметами, узнавать людей, общаться с ними. Однако

многие действия, которые для людей не представляют сложности, андроиды выполняют с большим трудом и множеством ошибок — например, подъём по лестнице, бег, работа одновременно двумя руками, то есть комплексные движения, требующие быстрой координации конечностей и органов чувств. Существующие решения этих задач обычно очень сложны и плохо адаптируются к изменяющейся обстановке.

Интересно, что такие задачи давно и успешно решаются живыми организмами. Если удастся раскрыть механизмы, позволяющие естественным нервным системам работать над такими задачами быстро и без сбоев, можно применить их в робототехнике [3]. Воплощение такого биоподобного подхода в роботах может привести к полезным практическим результатам достаточно быстро и надёжно, так как проверка корректности предлагаемых решений может сводиться к прямому сравнению с действующей моделью (биологическим организмом).

Исследования такого рода имеют большое научное значение, но в некоторых случаях можно применить их и для обучения. Если задачи, которые должен решать робот, достаточно просты, то можно разработать для него систему управления, в том числе и биологически-инспирированную, которая позволит достичь поставленной цели. В качестве демонстрационного варианта такой концепции была выбрана разработка робота, способного управлять моделью автомобиля.

Некоторые успехи в организации перевозки людей и грузов без водителей были достигнуты довольно давно: существуют автоматические поезда, автоматические космические аппараты, автопилоты для авиационной техники, не говоря о конвейерах, трубопроводах и т.п. Однако задача автоматизации автомобильно-

го транспорта оказалась весьма сложной. Связано это с огромным числом случайных факторов при вождении, которые обязательно надо учитывать: состояние дорожного полотна, погода, условия видимости, наличие других водителей, их поведение, состояние самого управляемого автомобиля и др., причём принимать решения необходимо быстро, а цена допущенной ошибки очень велика. Тем не менее, несмотря на все трудности, техника существенно продвинулась к созданию беспилотных транспортных средств [4,5]; эта область, очевидно, будет развиваться и дальше [6].

Автоматический автомобиль может быть переоборудован из обычного серийного образца с ручным управлением, хотя всё чаще встречаются и разработанные заново модели; иногда человек может перехватить управление, иногда — нет. Такое переоборудование автомобиля требует значительных усилий и существенных изменений конструкции. Но можно пойти другим путём — создать человекоподобного робота, который способен выполнять работу водителя обычного автомобиля без специального оборудования.

Такой робот должен будет обладать развитыми системами управления движением, компьютерного зрения и принятия решений; при его создании было бы необходимо привлечь обширный арсенал средств искусственного интеллекта. Очевидно, что задание в такой постановке слишком сложно для школьников, хотя и весьма перспективно с научной и практической точек зрения. Однако в учебном проекте можно ограничиться созданием малого антропоморфного робота для управления моделью автомобиля. Задача по его разработке очень хорошо подходит для начала работы с роботами, в том числе и для школьников.

Дело в том, что при создании любого робота, способного действовать аналогично человеку, весьма важно проверить его работу: насколько хорошо он справляется с типичными «человеческими задачами»? В каких ситуациях он действует лучше человека, в каких — хуже? И насколько хуже? Работа водителя подходит для такой проверки очень хорошо: во-первых, движения опытного водителя-человека отработаны, экономичны и вместе с тем разнообразны, он может при необходимости действовать очень быстро и точно, но может и расслабиться, если обстоятельства позволяют — ценное качество для экономии ресурсов робота. Во-вторых, водители-люди уверенно распознают приборы управления в незнакомой модели машины и со временем приспосабливаются к ним — это позволяет проверить системы восприятия и адаптации робота. В-третьих, роботом-водителем может быть проще управлять, потому что, пока он сидит, не нужно поддерживать его равновесие. Всё это делает робота-водителя привлекательным объектом исследований. Его работа наглядна, проста, доступна для понимания учащихся.

Результаты, полученные для таких роботов, могут иметь научную ценность. Они применимы в других разделах робототехники: например, умение точно двигаться, обучаясь при этом, можно использовать для создания более совершенных протезов конечностей, экзоскелетов, для обучения людей путём подражания роботам. В отдалённой перспективе такие исследования помогут создать антроида, движения которого неотличимы от человеческих. Описываемые далее варианты учебного проекта можно рассматривать как попытку направить обучение школьников в этом направлении.

2. Общее описание учебного робота

Робот-водитель — антропоморфная техническая система, которая способна управлять либо обычным серийным автомобилем без внесения в органы управления конструктивных изменений, либо же моделью автомобиля. Такие роботы имеются на рынке в достаточно большом количестве, но готовые образцы имеют некоторые недостатки:

- многие системы слишком громоздки и сложны в работе из-за использования большого количества точных приборов, требующих специальных навыков для работы и настройки. Такие роботы позволяют достичь хороших результатов, но высокая сложность снижает производительность исследователей, а стоимость мешает их широкому распространению. Примеры подобных систем — роботы Reem-C[7], Romeo[8], Kojiro, роботы DarpaRoboticChallenge [9,10];

- некоторые малые роботы обеспечивают упрощённый интерфейс для программирования, имеют встроенные средства взаимодействия со средой, доступны для модификации и развития, но недостаточно точны и моделируют людей слишком грубо. Таковы, например, роботы Darwin или NaoEvolution.

При разработке учебного робота сделана попытка совместить лучшие идеи указанных подходов. При этом робот собирается из стандартизованных компонентов, но некоторые аспекты человека (в данном случае строение рук) моделируются более тщательно, чем в обычных малых роботах (применение близкого по основной идее подхода описано, например, в [11]). Итоговая система позволяет управлять специально разработанной мобильной платформой удобнее, чем полноценные модели тела человека, и при этом дости-

гать хороших результатов. При этом для полноценного обучения школьники обязательно должны самостоятельно вносить изменения в конструкцию робота при желании или необходимости; если система ограничивает такие возможности (как LegoMindstorms), это может подавлять самостоятельную творческую активность детей.

Предлагаемая модель малого антропоморфного робота состоит из стандартизованного набора деталей, позволяя моделировать движения рук живого человека при выполнении различных манипуляций предметами, типичных в бытовых условиях. Имеющийся вариант кистей рук робота может работать только с джойстиком; при необходимости кисти можно менять. Помимо обучения детей, робот применим как исследовательская платформа в таких областях, как:

- биоподобное управление сложными системами — он может манипулировать теми

же приборами, что и человек, под управлением алгоритмов, схожих с применёнными в нервной системе человека;

- исследование дополненных реальностей высших порядков — робот может руководить работой удалённой мобильной платформы, то есть выполнять ту роль, какую сейчас играет в подобных системах человек-оператор. Добавление уровня косвенности управления позволяет облегчить работу оператора при выполнении сложных команд с жёсткими требованиями к точности;

- погружение оператора в контур управления системой — целью исследований в данной области является достижение неразличимости для системы компонентов-роботов и компонентов-людей.

При разработке необходимо было обеспечить выполнение нескольких важных требований. В первую очередь, разумеется, робот должен был имитировать движения руки человека достаточно качест-



Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов разрабатываемой системы

венно, чтобы воспроизвести движения водителя; при этом он был адаптирован для работы с рычагом и джойстиком. В дальнейшем верхние конечности робота осваивают управление рулём и замком зажигания, нижние — педалями.

Далее, робот должен был иметь возможность видеть предметы аналогично тому, как их видит водитель. Помимо видеокамеры, для этого понадобится обрабатывающий компьютер, способный выделять в видеопотоке интересные для робота объекты: препятствия на дороге, полотно трассы или её края, приборы управления (рукоятку рычага, рулевое колесо, кнопки), индикаторы состояния автомобиля. Некоторые из этих объектов надо было находить в реальном времени.

Задачи планирования маршрута, картографирования, локализации на данном этапе не ставились. Пока лишь предполагается, что робот выполняет сформированные человеком-оператором высокоуровневые команды таким способом, чтобы мобильная платформа не сталкивалась с препятствиями.

Мобильная платформа для робота YARP-3 создана специально для данной задачи. Она включает в себя сиденье робота, приборную панель с джойстиком и индикаторами, а также дальномерные сенсоры, позволяющие распознавать препятствия и сообщать о них антропоморфному роботу через индикаторы. Для повышения безопасности системы в платформу встроены механизмы рефлекторного поведения, помогающие роботу избегать столкновений. На Рис. 1 показана схема взаимодействия компонентов разработанной системы.

Как видно из схемы на Рис. 1, система в целом воспроизводит организацию естественных биологических средств управления.

3. Аппаратное обеспечение робота

Корпуса робота и мобильной платформы выполнены из алюминиевых деталей; сочленения суставов изготовлены главным образом из пластика с применением 3D-печати. В качестве приводных моторов использованы двигатели Dynamixel AX-12A.

При проектировании электронной аппаратуры система была разделена на структурные компоненты; взаимодействия между ними были заранее формализованы и документированы, что обеспечило системе модульность, а учащимся — возможность планировать свою часть разработки независимо от коллег. Антропоморфный робот отправляет свои команды органам управления посредством механического

воздействия (в данной версии — движениями джойстика). Блок управления, в состав которого входит джойстик, способен передавать по радиосвязи команды на мобильную платформу; при этом благодаря наличию модуля беспроводной связи возможна работа с разными мобильными платформами в разное время, позволяющая роботу управлять как платформой, на которой он в данный момент помещается, так и другими платформами. При этом человек, управляющий роботом, в идеале должен воспринимать данный процесс как работу в условиях дополненной реальности: его команды передаются на платформу теми методами, о которых он может и не знать, но платформа при этом действует правильно. В случае, когда робот управляет удалённой плат-

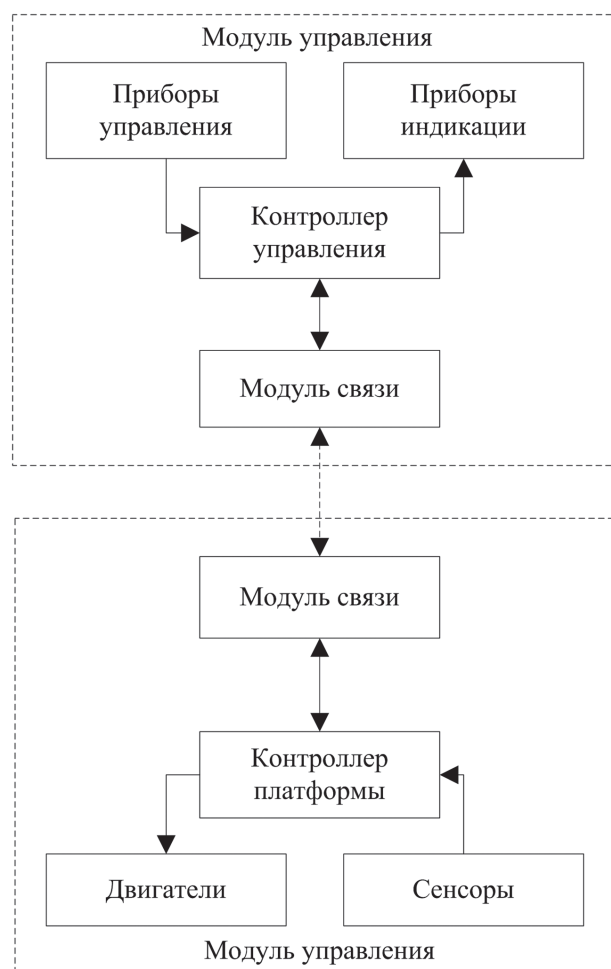


Рис. 2. Модульная структура аппаратного обеспечения мобильной платформы

формой, возникает эффект дополненной реальности второго порядка, когда робот выступает в роли оператора удалённого транспортного средства, которую обычно исполняет человек. Данные с мобильной платформы (информация о движении и окружающих препятствиях) передаётся на панель индикации, находящуюся перед роботом. Система компьютерного зрения воспринимает сигналы о препятствиях, меняя воздействие на органы управления при необходимости. Общая структура аппаратного обеспечения мобильной платформы представлена на Рис. 2.

Электронное оборудование антропоморфного робота включает в себя миниатюрный компьютер RaspberryPi, устройство связи с приводными моторами USB2Dynamixel, Web-камеру, систему питания. Компонент управления реализован на базе микроконтроллера Arduino, управление в текущей версии осуществляется джойстиком (возможна поддержка других устройств по протоколам, поддерживаемым контроллером), связь с мобильным компонентом работает по радиоканалу. Сам мобильный компонент включает в себя микроконтроллер (также Arduino), плату управления двигателями колёс, ультразвуковые датчики, модуль радиосвязи. Выбор данных компонентов вызван тем, что их программирование достаточно просто и доступно для детей; многие из участников проектов уже имели опыт работы с ними.

4. Программная система управления движением антропоморфного робота

Для управления движением конечностей робота необходимо решить т. н. обратную кинематическую задачу. Она заключается в том, чтобы для заданного манипулятора най-

ти такие положения суставов, чтобы его конец переместился в указанную точку. Несмотря на простую формулировку эта задача в общем случае весьма сложна [12, глава 4]; существует множество алгоритмов её решения для манипуляторов различных типов [13,14]. В простейшем случае управление движением конечностей робота осуществляется путём выбора целевой позы из заданного набора. Поза может задавать позицию любой комбинации моторов робота. Такая система требует предварительного обучения робота позам, которые он должен принимать; при этом иногда из-за возможности столкновений между частями робота может потребоваться, чтобы переход из одной позы в другую осуществлялся через промежуточные позы. Благодаря простоте алгоритма этот метод доступен для понимания учащихся, но требует обучения робота и не так хорошо адаптируется к изменениям конструкции, как некоторые другие известные методы обратной кинематики.

Однако для более эффективной работы необходимо управлять движениями робота более точно. Иногда для этого предлагают точно копировать движения человека с помощью специальных считывающих устройств, но этот подход позволяет воспроизвести только внешние проявления работы биологической системы управления, но не её существенные качества. Основная особенность управления движениями интересующих нас в данном случае типов у человека — формирование из отдельных примеров движений, повторяемых снова и снова, цельных моторных программ, то есть воспринимаемых человеком как единое целое сложных наборов движений, производимых с учётом многочисленных дополнительных факторов. Такие моторные программы позволяют роботу применить тот

же подход, что и описанный ранее, но наборы движений и поз будут не избраны произвольно, а вычислены формально из наиболее часто встречающихся движений робота.

Решение этой задачи предлагается начать с создания обучающей выборки характеристик движений робота, которые считаются для решаемых задач типичными (например, разных видов перемещений джойстика). Эта выборка может быть получена путём ручного перемещения конечностей обучаемого робота либо из решения обратной задачи кинематики для модели робота. В состав каждого движения выборки входит общее описание типа движения (исходное положение, целевое положение, описание характера движения) и набор состояний системы при этом движении, куда могут входить позиции суставов и показания датчиков. Далее из выборки необходимо выделить некоторые характерные перемещения; это предлагается делать с помощью одного из алгоритмов параметризации больших объёмов данных, например сингулярным разложением матрицы, составленной из выбранных характерных фрагментов последовательных состояний системы [15]. Если из полученных описателей данных выбрать только наиболее значимые (в рассматриваемом случае — только сингулярные векторы, соответствующие нескольким максимальным сингулярным числам), то все собранные движения можно достаточно точно описать как линейные комбинации выбранных значимых описателей.

Далее можно проводить повторное обучение системы в процессе пробных запусков, каждый раз корректируя решаемые задачи и точность сохраняемых результатов. Отбор показателей, которые целесообразно использовать при формировании движений, можно проводить по аналогии

с естественным формированием центральных моторных программ человека: «Примерно к трем годам достаточное развитие получают зрительные обратные связи, осуществляющие текущий зрительно-моторный контроль, а с 5–6 лет происходит переход к текущему контролю движений с участием проприоцептивных обратных связей. Этот механизм достигает значительного совершенства к 7–9-летнему возрасту, после чего начинается переход к формированию механизма центральных команд. К возрасту 10–11 лет повышение скорости произвольных движений обеспечивается достаточным развитием процессов предварительного программирования их пространственных и временных параметров. С этого возраста представлены оба механизма управления произвольными движениями, дальнейшее совершенствование которых продолжается вплоть до 17–19 лет.» [16, с.80]. Иначе говоря, желательно, чтобы разные параметры вводились в модель движения на разных этапах обучения модели. При указанном выборе метода обучения решается и ещё одна важная задача: новые параметры (например, показания от только что установленных датчиков) можно включить в число описателей системы, не проводя полного повторного обучения. В целом данное решение позволяет воспроизвести некоторые функциональные особенности биологических систем, хотя возможны и другие варианты решения задачи.

5. Программная система восприятия окружающей обстановки

Для восприятия окружения робота использована специализированная система компьютерного зрения. Робот получает данные об окружении

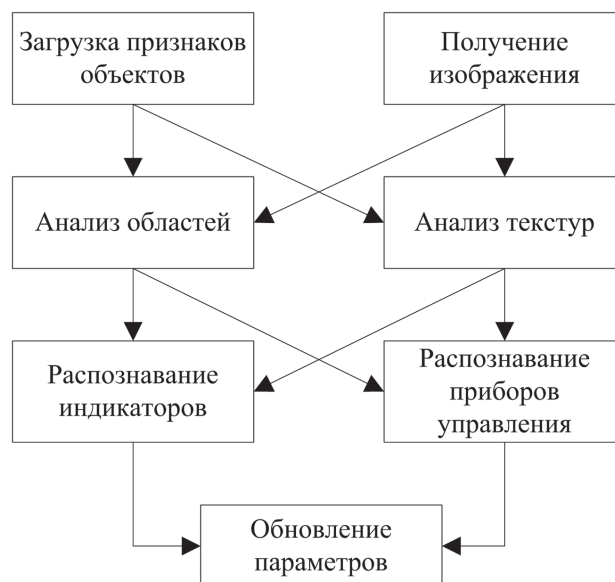


Рис. 3. Модульная структура системы восприятия

как из непосредственного наблюдения за обстановкой, так и по показаниям сенсоров мобильной платформы. Индикаторы, связанные с сенсорами, формируют приборную панель; работа робота с ней выполняется по аналогии с действиями водителя с приборной панелью. Сочетая показания приборов и непосредственные наблюдения, робот создает достаточно полную картину для успешной работы.

Система восприятия обрабатывает исходное изображение, перспективные для распознавания области. Для выявления на текущий момент используются либо тоновые (hue), либо текстурные признаки (энергетические признаки текстур Лоу [17] или их модификации [18]); конкретный вид искомым объектов задаётся составленным предварительно описанием. В наиболее простом варианте индикаторы задаются цветовыми тонами (разными для включенного и выключенного положения), а рукоятки приборов определяются текстурными признаками для облегчения работы при неоднородном меняющемся освещении.

Модульная структура данной системы представлена на Рис. 3.

Перечисленные алгоритмы реализованы на языке C++ (в том числе в его версии для микроконтроллеров Arduino). Полученная в результате разработки система пригодна как для учебного проекта, так и для проведения разнообразных научных исследований в области биоподобных технологий, например, для отладки систем восприятия на основе моделей сетчатки [19]. В дальнейшем планируется более явно воспроизвести естественную зрительную систему, например, организовав восприятие по иерархическим уровням в соответствии с моделями Марра [20] или аналогичными.

6. Результаты проектирования

Результатом проекта, выполнявшегося в образовательном центре “Сириус” в июле 2016 г., стал комплекс из робота-манипулятора, органов управления и мобильной платформы с сенсорами (Рис. 4). Стационарный манипулятор, работающий под управлением компьютера, мог отдавать команды мобильной платформе путём манипуляций с джойстиком. Программа распознавания, способная находить края дорожного полотна специаль-

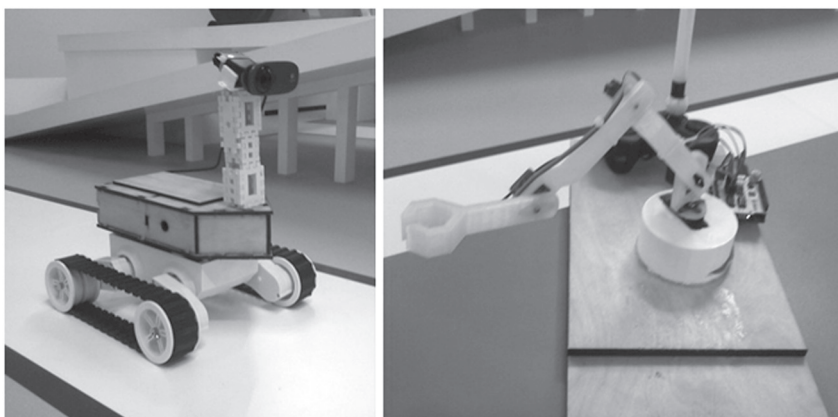


Рис. 4. Внешний вид компонентов первого варианта комплекса

но созданной трассы, позволяла роботу двигаться вдоль неё; также она позволяла распознавать дорожные знаки. Однако работа данной системы оказалась нестабильной из-за недостаточной мощности двигателей платформы и, как следствие, слабых способностей к маневрированию; кроме того, система распознавания также нуждалась в доработке.

Указанные недостатки были учтены при выполнении проекта в укороченном формате в ноябре 2016 г. Механическая часть антропоморфного робота

и платформы были подготовлены заранее, что позволило сосредоточиться на разработке программной части комплекса. Полученная система позволила антропоморфному роботу находиться на управляемой платформе, давать ей команды движения с помощью джойстика и распознавать сигналы о близких препятствиях со специальной панели. Общий вид робота показан на Рис 5.

Заключение

В целом поставленные цели проекта были достигнуты. Полученные системы способны управлять моделью автомобиля в простых условиях (присутствие разметки, чистое пространство для демонстрации). При работе в сложных условиях (движение по поворотам малых радиусов или с резкими переменаами освещения на дороге) система вела себя нестабильно; связано это с тем, что провести достаточно полный анализ слабых мест системы школьникам оказалось сложно. В целом итоги работы проектных команд следует признать удовлетворительными. Прототип требуемой системы был успешно создан, определены структура и функции

аппаратного и программного обеспечения, выявлены научные области, на которые следует обращать повышенное внимание в других школьных проектах аналогичной направленности (распознавание образов и целеполагание системы).

В дальнейшем могут быть созданы учебные проекты, продолжающие проведённые исследования, в том числе разработка методов распознавания образов, пригодных для распознавания дорожной обстановки;

- разработка моделей поведения транспорта на дорогах, позволяющих обеспечить быстрое и безопасное вождение;
- разработка совместной работы системы и внешних геоинформационных систем: различные методы SLAM, спутниковая навигация, инерциальная навигация и др.;
- разработка манипулятора, полностью пригодного для работы с реальными устройствами управления, и системы распознавания этих устройств;
- разработка новых, более компактных схемотехнических решений.

Существуют также обширные области знаний, вплотную прилегающие к исследованным в этих проектах, объединяемые под общим названием «создание биоподобных технических систем». В частности, очень перспективны для изучения и учебного проектирования исследования рефлексивных действий, структурных моделей моторных программ, обучающихся двигательных систем роботов, многоуровневое зрительное восприятие по Марру и Милнер и т.п. Работа в этих областях позволит учащимся в дальнейшем создавать системы управления роботами малоизученных сейчас типов.

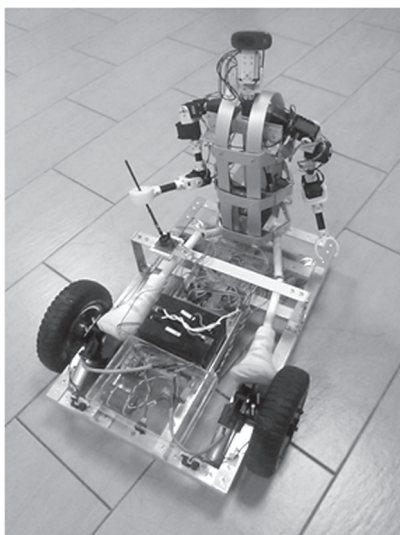


Рис 5. Внешний вид робота второго варианта комплекса

Литература

1. Давыдова-Мартынова Е.И., Зюзюкова М.О. Возможности современной школы: проектно-исследовательская деятельность как средство формирования ключевых компетенций. Открытое образование. 2016; (5): 61–67. DOI:10.21686/1818-4243-2016-5-61-67
2. Thom Markham. Project Based Learning Design and Coaching Guide: Expert Tools for Innovation and Inquiry for K-12 Educators. HeartIQ Press, San Rafael, California, 2012.
3. Rolf Pfeifer, Max Lungarella, Fumiya Iida. The Challenges Ahead for Bio-inspired 'Soft' Robotics // Communications of the ACM, November 2012, vol. 55, no. 11. DOI:10.1145/2366316.2366335
4. Juan Rosenzweig, Michael Bartl. A Review and Analysis of Literature on Autonomous Driving. The Making of innovation, e-journal, October 2015 // Электронный ресурс: http://www.michaelbartl.com/co-creation/wp-content/uploads/Lit-Review-AD_MoI.pdf
5. Faieza A.A., Johari R.T., Anuar A.M., Rahman M.H.A., Johar A. Review on Issues Related to Material Handling using Automated Guided Vehicle. Advanced Robot Automation 5: 140.2006. DOI: 10.4172/2168-9695.1000140
6. Todd Litman. Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute, 27 February 2017 // Электронный ресурс: www.vtpi.org/avip.pdf
7. REEM-C: робототехнические исследования // Электронный ресурс: <http://pal-robotics.com/ru/products/reem-c/>
8. Romeo robot development // Электронный ресурс: <http://projetromeo.com/en/development>
9. Evan Ackerman and Erico Guizzo. DARPA Robotics Challenge: Amazing Moments, Lessons Learned, and What's Next. IEEE Spectrum, June 11, 2015. // Электронный ресурс: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/darpa-robotics-challenge-amazing-moments-lessons-learned-whats-next>
10. C. G. Atkeson, B.P.W. Babu, N. Banerjee et al. No falls, no resets: Reliable humanoid behavior in the DARPA robotics challenge. // IEEE-RAS 15th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), 2015. DOI: 10.1109/HUMAN-ROIDS.2015.7363436
11. Christian Smith, Henrik I. Christensen. Robot Manipulators. Constructing a High-Performance Robot from Commercially Available Parts. // IEEE robotics & automation magazine, vol. 16, no 4, 2009. pp. 75–83 DOI: 10.1109/MRA.2009.934825
12. J.J. Craig. Introduction to Robotics: Mechanics and Control (3rd Edition). Pearson/Prentice Hall, 2005. ISBN-13: 978-0201543612
13. Andreas Aristidou, Joan Lasenby. Inverse Kinematics: a review of existing techniques and introduction of a new fast iterative solver //

References

1. Davydova-Martynova E.I., Zyuzukova M.O. Vozmozhnosti sovremennoy shkoly: proektno-issledovatel'skaya deyatel'nost' kak sredstvo formirovaniya klyuchevykh kompetentsiy. Otkrytoe obrazovanie. 2016; (5): Pp. 61–67. DOI:10.21686/1818-4243-2016-5-61-67 (in Russ.)
2. Thom Markham. Project Based Learning Design and Coaching Guide: Expert Tools for Innovation and Inquiry for K-12 Educators. HeartIQ Press, San Rafael, California, 2012.
3. Rolf Pfeifer, Max Lungarella, Fumiya Iida. The Challenges Ahead for Bio-inspired 'Soft' Robotics // Communications of the ACM, November 2012, vol. 55, no. 11. DOI:10.1145/2366316.2366335
4. Juan Rosenzweig, Michael Bartl. A Review and Analysis of Literature on Autonomous Driving. The Making of innovation, e-journal, October 2015 // [Electronic resource]. Available at: http://www.michaelbartl.com/co-creation/wp-content/uploads/Lit-Review-AD_MoI.pdf
5. Faieza A.A., Johari R.T., Anuar A.M., Rahman M.H.A., Johar A. Review on Issues Related to Material Handling using Automated Guided Vehicle. Advanced Robot Automation 5: 140.2006. DOI: 10.4172/2168-9695.1000140
6. Todd Litman. Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute, 27 February 2017 // [Electronic resource]. Available at: www.vtpi.org/avip.pdf
7. REEM-C: robototekhnicheskie issledovaniya // [Electronic resource]. Available at: <http://pal-robotics.com/ru/products/reem-c/> (in Russ.)
8. Romeo robot development // [Electronic resource]. Available at: <http://projetromeo.com/en/development>
9. Evan Ackerman and Erico Guizzo. DARPA Robotics Challenge: Amazing Moments, Lessons Learned, and What's Next. IEEE Spectrum, June 11, 2015. // [Electronic resource]. Available at: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/darpa-robotics-challenge-amazing-moments-lessons-learned-whats-next>
10. C. G. Atkeson, B.P.W. Babu, N. Banerjee et al. No falls, no resets: Reliable humanoid behavior in the DARPA robotics challenge. // IEEE-RAS 15th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), 2015. DOI: 10.1109/HUMAN-ROIDS.2015.7363436
11. Christian Smith, Henrik I. Christensen. Robot Manipulators. Constructing a High-Performance Robot from Commercially Available Parts. // IEEE robotics & automation magazine, vol. 16, no 4, 2009. pp. 75–83 DOI: 10.1109/MRA.2009.934825
12. J.J. Craig. Introduction to Robotics: Mechanics and Control (3rd Edition). Pearson/Prentice Hall, 2005. ISBN-13: 978-0201543612
13. Andreas Aristidou, Joan Lasenby. Inverse Kinematics: a review of existing techniques and introduction

Электронный ресурс: <http://www.andreasaristidou.com/publications/CUEDF-INFENG,%20TR-632.pdf>

14. Yuquan Wang, Christian Smith, Yiannis Karayiannidis, and Petter Ögren. Whole Body Control of a Dual-Arm Mobile Robot Using a Virtual Kinematic Chain // International Journal of Humanoid Robotics, vol. 13, no. 01, 2016.

15. M.Wall, A.Rechtsteiner, L.Rocha. Singular value decomposition and principal component analysis // in book: A Practical Approach to Microarray Data Analysis (D.P. Berrar, W. Dubitzky, M. Granzow, eds.). Kluwer: Norwell, MA, 2003. Pp. 91–109.

16. Физиология человека: Учебник для вузов физ. культуры и факультетов физ. воспитания педагогических вузов / Под общ.ред. В.И. Тхоревского. — М.: Физкультура, образование и наука, 2001.

17. Linda G. Shapiro and George C. Stockman. Computer Vision, Upper Saddle River: Prentice–Hall, 2001.

18. Ömer Faruk Ertuğrul. Adaptive texture energy measure method. International Journal of Intelligent Information System, 2014, no 3(2), pp. 13–18.

19. Herault Jeanny. Vision: Images, Signals and Neural Networks-Models of Neural Processing in Visual Perception. WorldScientific, 2010.

20. Мэрр Д. Зрение: Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов. — М., «Радио и связь», 1987.

of a new fast iterative solver // [Electronic resource]. Available at: <http://www.andreasaristidou.com/publications/CUEDF-INFENG,%20TR-632.pdf>

14. Yuquan Wang, Christian Smith, Yiannis Karayiannidis, and Petter Ögren. Whole Body Control of a Dual-Arm Mobile Robot Using a Virtual Kinematic Chain // International Journal of Humanoid Robotics, vol. 13, no. 01, 2016.

15. M.Wall, A.Rechtsteiner, L.Rocha. Singular value decomposition and principal component analysis // in book: A Practical Approach to Microarray Data Analysis (D.P. Berrar, W. Dubitzky, M. Granzow, eds.). Kluwer: Norwell, MA, 2003. Pp. 91–109.

16. Fiziologiya cheloveka: Uchebnik dlya vuzov fiz. kul'tury i fakul'tetov fiz. vospitaniya pedagogicheskikh vuzov / Pod obshch.red. V.I. Tkhorevskogo. — M.: Fizkul'tura, obrazovanie i nauka, 2001. (in Russ.)

17. Linda G. Shapiro and George C. Stockman. Computer Vision, Upper Saddle River: Prentice–Hall, 2001.

18. Ömer Faruk Ertuğrul. Adaptive texture energy measure method. International Journal of Intelligent Information System, 2014, no 3(2), Pp. 13–18.

19. Herault Jeanny. Vision: Images, Signals and Neural Networks-Models of Neural Processing in Visual Perception. WorldScientific, 2010.

20. Marr D. Zrenie: Informatsionnyy podkhod k izucheniyu predstavleniya i obrabotki zritel'nykh obrazov. — M., «Radio i svyaz'», 1987. (in Russ.)

Сведения об авторе

Петр Сергеевич Сорокумов

Инженер-исследователь

Национальный исследовательский центр

«Курчатовский институт», Москва, Россия

Эл. почта: petr.sorokoumov@gmail.com

Information about the author

Petr S. Sorokoumov

Engineer-researcher

National Research Center “Kurchatov Institute”,

Moscow, Russia

E-mail: petr.sorokoumov@gmail.com

Проведение входного контроля знаний студентов по «Информатике» с использованием специализированной компьютерной системы

В настоящее время одним из перспективных направлений в области контроля знаний является создание и применение систем компьютерного тестирования. Среди преимуществ компьютерного тестирования можно отметить следующие: результат (оценка) известен сразу, фиксируется автоматически и сохраняется на длительное время; автоматически формируется база данных об успеваемости; процесс тестирования проводится одновременно для всей группы испытуемых, при этом каждый тестируемый выбирает свой темп работы с тестом; преподаватель может ввести временные ограничения; количество различных вариантов теста ограничено лишь размером банка заданий в тестовой форме; отсутствует необходимость в бумажных носителях.

Компьютерные системы тестирования стали удобным инструментом для преподавателя, обеспечивая достаточно высокое качество проверки знаний. Исключаются ошибки при обработке результатов, выставляемая оценка — объективна, время, затраченное на проверку знаний студентов, сведено до минимума, по сравнению с традиционными методами контроля. При компьютерном тестировании обучающийся, оставаясь один на один с компьютером, может позволить себе быть более откровенным и естественным.

Однако многие системы генерируют варианты проверочных тестов случайным образом. Мы предлагаем формировать на-

бор вопросов (заданий в тестовой форме), позволяющий проверить все элементы знаний рассматриваемой дисциплины. Подбор указанных заданий обычно выполняется эмпирически на основе знаний и опыта преподавателя. Вместе с тем для решения этой задачи могут быть использованы математические модели и методы дискретной оптимизации.

Статья посвящена вопросам применения разработанной автором системы (программного комплекса) контроля знаний студентов в начале изучения курса «Информатика». В системе использованы предложенные ранее автором модели целочисленного линейного программирования и алгоритмы дискретной оптимизации для решения задач формирования оптимальных тестов. Приведены результаты апробации системы, показавшие продуктивность её использования в учебном процессе, в том числе на этапе входного контроля. В дальнейшем предполагается развитие полученных математических моделей, их применение к другим разделам указанного курса и продолжение вычислительного эксперимента. Планируется внедрение разработанного программного обеспечения на гуманитарных факультетах Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского.

Ключевые слова: математическое моделирование, дискретная оптимизация, тестирование, компьютерная система, программный комплекс, контроль знаний, информатика.

Lubov V. Larina

Dostoevsky Omsk State University, Omsk, Russia

Carrying out entrance control of “Informatics” students’ knowledge with use of specialized computer system

Nowadays the creation and the use of computer testing systems is one of perspective directions in the field of control of knowledge.

Computer testing makes it possible to:

- minimize time expenses at poll and processing of results and their transfer to a mark;
- automatically form databases about the progress, to carry out mathematical processing of results;
- estimate the level of knowledge of students, reducing subjectivity of exposure of marks;
- avoid «copying off» of answers by the casual choice of tasks from the database.

Computer systems of testing have become convenient tools for the teacher, providing quite a high quality of examination by reducing time expenditure on examination of students, in comparison with traditional control methods, and providing him with analytical information that allows him to organize learning process more rationally.

The important place in development of such systems is taken by a problem of optimum test formation which consists of searching for set of questions (tasks) allowing to check all elements of knowledge of the considered discipline and is the best from the point of view of certain criteria. Selection of the mentioned tasks usually is carried out empirically based on knowledge and experience of the teacher. At the same time, mathematical models and methods of optimization can be used for the solution of this task. The approach to creating

systems of computer testing of students’ knowledge based on the use of tasks and methods of discrete optimization is offered in Omsk branch of Sobolev Institute of Mathematics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. The testing EMM-TEST system which is used at Economics Department of Omsk State University for discipline «Economic-Mathematical Methods» is created. The author developed the testing system (a software system) for Economics and Law Departments on disciplines «Economic Informatics» and «Legal Informatics» respectively.

The article is devoted to the questions of using the computer control system of students’ knowledge at the beginning of studying of the «Informatics» course.

The models of integer linear programming and algorithms of discrete optimization for solving problems of forming optimum tests, offered earlier by the author are used in the system. The results of approbation of system, which have shown efficiency of its use in educational process, are given including those on the stage of entrance control. Further development of the received mathematical models, their application to other sections of the specified course and continuation of a computing experiment is supposed. The introduction of the developed software at the humanitarian departments stated above is planned.

Keywords: mathematical modeling, discrete optimization, testing, the automated system, software system, control of knowledge, informatics.

Введение

На практических занятиях по дисциплине «Информатика» во многих случаях группу студентов «разбивают» на подгруппы. С целью повышения эффективности учебного процесса подгруппы формируются по уровню знаний студентов. Для сравнения уровней можно использовать тестирование [1, 2]. Оно даёт более полную картину уровня знаний студентов и проводится для всей группы одновременно. Такой способ проверки знаний по сравнению с традиционными формами контроля в меньшей степени «нагружает» студентов и преподавателей. Итоговая оценка не зависит от преподавателя [3–9]. Результаты тестирования после обработки на компьютере представляются в форме протокола, пригодного для установления рейтинга успеваемости студентов, что позволяет сформировать подгруппы студентов с практически одинаковыми начальными знаниями. Для каждой такой подгруппы в дальнейшем преподаватель подбирает задания соответствующей сложности. Тем самым процесс обучения становится более интересным и продуктивным.

В целях повышения эффективности процесса обучения во многих учебных заведениях внедрены и активно используются рейтинговые системы оценки знаний студентов [2, 3]. Рейтинговая оценка обучающегося — это сумма результатов, полученных при прохождении несколько этапов контроля (промежуточный, текущий, рубежный, итоговый). Наиболее удобной и популярной формой поэтапного контроля знаний студентов также является компьютерное тестирование [2, 4, 8]. Компьютерные программы и системы, предназначенные для проведения контроля знаний, создаются с помощью компьютерных технологий и заданий в тестовой форме.

В работах [2, 4, 10] проведен сравнительный «анализ» систем компьютерного тестирования, используемых в различных учебных заведениях. В работе [10] отмечено, что «системы для применения их в дистанционном обучении [11, 12] чаще всего реализованы в виде клиент-серверного РНР — приложения с помощью протокола TCP/IP и функционирует в среде Интернет на Apache-сервере. Для хранения исходных данных, контрольно-методических материалов и результатов тестирования используется СУБД MySQL. На рабочих местах преподавателей и студентов требуется только наличие веб-браузера и доступ к сети Интернет. Также в сети Интернет доступны продукты (программы) с готовыми тестовыми заданиями и программы-оболочки для самостоятельного создания тестов. Однако, несмотря на обилие всевозможных программных продуктов, обеспечивающих тестирование, ни один из них нельзя назвать универсальным и приемлемым для непрограммирующих пользователей, которым и предназначены подобные продукты. Также серьезным недостатком является то, что существующие программы-генераторы тестов не допускают модификации структуры теста после сборки и компиляции отдельных тестовых блоков».

Проанализировав представленные в [2, 4, 10] системы компьютерного тестирования мы можем сделать некоторые выводы:

- В свободном доступе практически не существует открытых систем тестирования, которые педагог мог бы использовать в качестве рабочего инструмента для проведения контроля знаний студента;

- Каждый вуз пытается создавать собственный программный продукт, основанный на разных принципах и технологиях [4, 8, 10, 15];

- Подбор заданий в тестовой форме обычно выполняется эмпирически на основе знаний и опыта преподавателя;

- Процесс создания автоматизированных систем тестирования достаточно трудоемкий и сложный, и требует одновременного решения многих проблем, в первую очередь программно-технических.

При начальном (входном) тестировании необходимо проверить имеющиеся остаточные знания по дисциплине. Для этого не стоит использовать длинные и сложные тесты. Достаточно проверить знания основных элементов и понятий.

А.А. Колоколовым в [15, 16] был предложен «подход к построению систем компьютерного тестирования знаний студентов, основанный на использовании дискретной оптимизации. В Омском филиале Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН создана тестирующая система «ЕММ-TEST» [8], которая используется на экономическом факультете ОмГУ для дисциплины «Экономико-математические методы». В ОмГУ им. Ф.М. Достоевского в рамках указанного выше подхода предложены математические модели формирования оптимального теста контроля знаний и разработана на их основе тестирующая система (программный комплекс) для экономического и юридического факультетов по дисциплинам «Экономическая информатика» и «Правовая информатика» соответственно» [15, 16].

Отметим, что «в применении нами подходе учебный курс представляется как множество понятий, свойств, утверждений и т.п. (элементов знаний). Создана база вопросов, варианты теста формируются не случайным образом, а с использованием дискретной оптимизации и предназначены для проверки некоторой совокупности элементов знаний указанного множества».

«В случае обязательной проверки всех элементов знаний некоторой дисциплины задача формирования оптимального теста сводится к известной задаче о наименьшем покрытии множества или её обобщениям [17] и является NP-трудной».[15]

1. Программный комплекс

Разработанный автором программный комплекс состоит из трёх отдельных частей – сервер баз данных (БД), автоматизированное место преподавателя (АРМ «Администратор / Преподаватель») и студента (АРМ «Студент»).

Сервер БД и АРМ «Администратор / Преподаватель», могут быть установлены на одном компьютере, а могут быть разнесены на разные ЭВМ, это определяется сетевой конфигурацией класса. АРМ «Студент» устанавливается на необходимое число компьютеров класса.

Используемый сервер представляет собой реляционную СУБД MySQL. Клиентские приложения – АРМ «Администратор / Преподаватель» и АРМ «Студент» написаны на языке Delphi в среде программирования Embarcadero RAD Studio XE.

Возможности MySQL позволили организовать работу с данными таким образом, что каждый участник процесса обучения имеет доступ только к тем данным, которые предназначены для него и только в определённое время. Такой подход исключает несанкционированный доступ к данным, например, студентами, а также предотвращает случайное повреждение данных любым участником процесса обучения.

В качестве основных при создании программного комплекса выбраны следующие требования:

1. Использование сборников вопросов, первоначально выполненных в формате MS Word;

2. Снижение числа вопросов, предназначенных для проверки всех элементов знаний;

3. Применение технологии «Клиент» – «Сервер».

Первое требование необходимо для легкого перехода от «ручных» процедур, связанных с подготовкой и выполнением тестовых заданий, к автоматизированным (для формирования базы данных тестовых заданий мы используем накопленные в течение нескольких лет откалиброванные тесты, созданные ранее в редакторе MS Word). Необходимо лишь привести существующие сборники вопросов к определённому формату MS Word, базирующемуся на правилах русского языка и дополнительных условиях, обеспечивающих возможность машинной обработки.

Второе требование обусловлено необходимостью минимизации числа вопросов, позволяющих проверить все элементы знаний. Это требование более подробно будет рассмотрено в следующем разделе статьи.

Реализация третьего требования позволяет сосредоточить все функции комплекса, связанные с подготовкой и управлением заданиями, а также хранением данных на компьютере или компьютерах с максимальным режимом безопасности, обычно это машина преподавателя или комплект из ЭВМ преподавателя и аппаратного сервера для хранения данных. Функции, относящиеся к выполнению заданий, возлагаются на ЭВМ учебного класса. Такое распределение предотвращает несанкционированный доступ к сборникам вопросов и ответам к ним, а также любые операции с заданиями для лиц, не имеющих на это прав.

Графические интерфейсы клиентских приложений АРМ «Администратор / Преподаватель» и АРМ «Студент» позволяют преподавателю и студентам удобно и в соответствии

с современным уровнем развития информационных технологий взаимодействовать с программным комплексом в рамках своих задач и прав. Для входа в систему преподавателю и студенту необходимо пройти обязательную авторизацию. Дальнейшая последовательность действий, которые необходимо осуществлять при использовании программного продукта, не вызывает сложностей и интуитивно понятно.

В программном комплексе предусмотрено два режима выполнения заданий – «Экзамен» и «Обучение». Режим «Экзамен» включён в программный продукт по умолчанию. Дополнительная настройка этого режима для АРМ «Студент» осуществляется на АРМ «Преподаватель».

Режим «Обучение» позволяет студенту получить максимальную обратную связь от программы в процессе выполнения задания и свободно отслеживать свой результат в любой момент времени. Информация о том, что обучающийся работает именно с этим режимом, отображается в верхней части окна АРМ «Студент». В данном режиме студент может вернуться к любому отвеченному вопросу, посмотреть какой ответ был дан, и какой вариант ответа является правильным. Эта информация отображается в полях «Выбранный ответ» и «Правильный ответ», поля расположены в правой, информационной части окна «Клиента». Выполнение задания в режиме «Обучение» фактически заканчивается после того, как даны ответы на все вопросы. В этот момент на экране появляется окно, которое позволяет либо сразу покинуть задание, либо остаться в нём и проанализировать выполненную работу. Студент может сделать это самостоятельно или обсудить вопросы и ответы с преподавателем.

Основное окно АРМ «Студент» в режиме «Экзамен» имеет те же элементы, что и в режиме «Обучение», однако, некоторые возможности работы с ними ограничены. Это связано с самим понятием экзамена. В таком режиме обучающийся не получает оперативную информацию о правильности своих ответов и не может просматривать вопросы, на которые ответил ранее.

Для выполнения своих функций АРМ «Студент» обладает возможностями, которые реализуются путём работы с кнопками и полями.

Функции АРМ «Студент» («Клиент») программного комплекса:

- предоставление графического пользовательского интерфейса;

- обеспечение выполнения задания в режимах «Обучение» и «Экзамен»;

- предоставление информации о ходе выполнения задания.

Функции АРМ «Администратор / Преподаватель» («Сервер») программного комплекса:

- конвертация сборников вопросов, выполненных в формате MS Word, в формат программы;

- создание и редактирование записей об обучающихся;

- создание и редактирование заданий для обучающихся;

- создание и применение шаблонов заданий;

- поиск по критериям в базе обучающихся и заданий;

- хранение результатов выполненных заданий;

- печать результатов выполненных заданий в форме протоколов трёх видов;

- обеспечение безопасности посредством защиты паролем.

Для выполнения своих функций АРМ «Администратор / Преподаватель» обладает возможностями, которые также реализуются путём работы с вкладками, полями, кнопками,

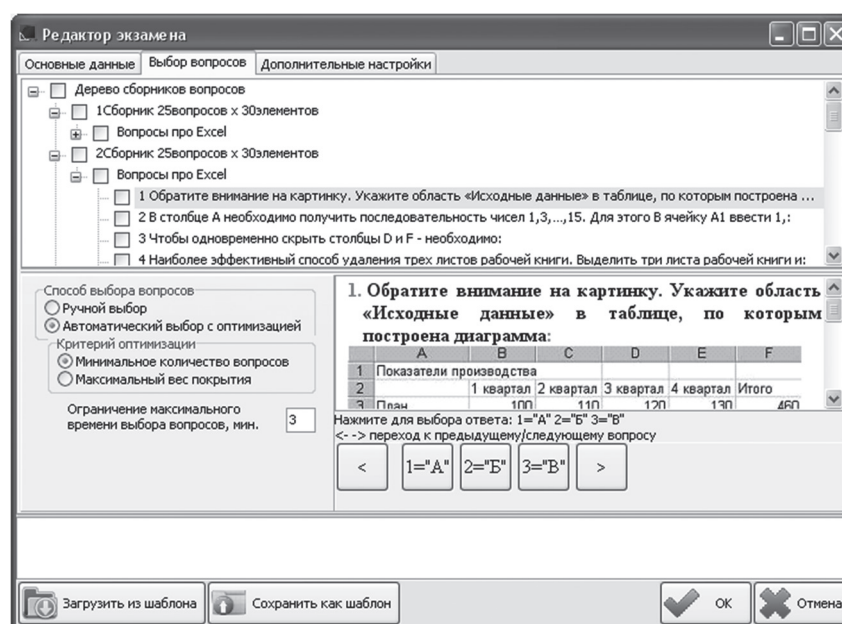


Рисунок Этап формирования варианта проверочного теста

галками и подробно описываются в документе «Руководство пользователей ПО».

Для корректной конвертации в формат программы сборники вопросов должны соответствовать общим правилам пунктуации русского языка и дополнительным условиям, обеспечивающим возможность машинной обработки. Форматированные сборники можно загружать в программу (конвертировать в её формат), а также удалять из программы по одному или все сразу. Удаление сборников из программы не приводит к удалению их оригиналов выполненных в формате MS Word. Операции загрузки и удаления сборников производятся при помощи кнопок с соответствующими названиями.

Если при загрузке конвертер обнаружит существенные отклонения формата сборников от заданного, то эти сборники будут помечены. Узнать, какие именно недопустимые отклонения присутствуют в вопросах, можно нажав на кнопку «Ошибки конвертации». В появившейся таблице будет присутствовать общий список ошибок с указанием типа ошибки, вопроса, в котором она присутствует, раздела

и сборника, в котором расположен этот вопрос. После исправления ошибки в оригинальном сборнике, выполненном в формате MS Word, необходимо сохранить изменения и после этого повторно загрузить сборник в программу.

Возможности управления кандидатами и заданиями для них, а именно: создание, активирование, редактирование и удаление заданий, просмотр, хранение и печать результатов выполнения заданий, работа с шаблонами, поиск результатов по критериям сосредоточены на одной вкладке.

На рисунке видно, что содержательная часть задания формируется на вкладке **Выбор вопросов**, где преподаватель выбирает критерий оптимальности формирования варианта проверочного теста на текущий момент времени (входной, текущий, рубежный контроль).

2. Постановка задачи и математические модели

Основной функцией рассматриваемой компьютерной системы является формирование набора тестовых заданий, удовлетворяющего определенному критерию оптималь-

ности, выполнение которого позволяет сделать достаточно объективный вывод о степени усвоения студентами изучаемой дисциплины. В данной системе предусмотрено два основных критерия в зависимости от типа контроля знаний (входного, промежуточный, рубежный, итоговый и т.д.). Преподаватель на своё усмотрение может максимизировать суммарную оценку теста (она измеряется в определенной балльной системе) или минимизировать количество вопросов.

В случае входного контроля минимизируется число вопросов, при этом проверяются знания по всем основным понятиям изучаемой дисциплины.

Напомним, что автором «для решения задачи формирования оптимального теста предложены модели целочисленного линейного программирования (ЦЛП) [15, 16]. С целью описания этих моделей введены следующие обозначения:

n — число вопросов, на основе которых формируется тест,

m — число элементов знаний рассматриваемой дисциплины,

V — множество вопросов в тестовой форме,

W — множество элементов знаний,

b_i — кратность проверки i -го элемента знаний, $i = 1, \dots, m$.

Элементы из V представлены в различных стандартизированных формах представления тестовых заданий, поэтому разделены на t непересекающихся групп задач J_k , $k = 1, \dots, t$. [14, 18].

Пусть далее A — булева ($m \times n$) — матрица с коэффициентами

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если вопрос } j \text{ проверяет элемент } i, \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

переменные модели:

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{если вопрос } j \text{ включается в тест,} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

В случае промежуточного, рубежного, итогового контроля модель ЦЛП имеет вид:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, \quad i = 1, \dots, m, \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J_k} x_j \geq 1, \quad k = 1, \dots, t, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = \alpha, \quad (4)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (5)$$

Целевая функция (1) означает максимизацию суммарной оценки теста, ограничения (2) обеспечивают проверку i -го элемента знаний не менее b_i раз, $i = 1, \dots, m$. Система неравенств (3) отвечает необходимости выбора из каждой группы J_k не менее одного объекта, $k = 1, \dots, t$. Условие (4) — требование включения в тест α вопросов. Каждому объекту из V приписан вес $c_j > 0$, $j = 1, \dots, n$. Для определения весов мы применяем уровни учебных целей по таксономии Блума: *знания, понимание, применение, анализ, синтез, оценка* (они указываются в определенной балльной системе) [19].

Следует отметить, что первоначально нами были построены и апробированы некоторые другие модели, описанные в работе [16], где использовалась целевая функция (задача) следующего вида:

$$\sum_{j=1}^n x_j \rightarrow \min. \quad (6)$$

при ограничениях (2), (5). Целевая функция (6) состоит в минимизации числа вопросов, включаемых в тест. В случае входного контроля к условиям этой задачи добавляется система неравенств (3)».

3. Результаты вычислительного эксперимента

С целью применения разработанного варианта компьютерной системы при входном тестировании в учебном процессе ОмГУ проведены экс-

периментальные исследования с использованием различных исходных данных. В качестве таковых данных использовались задачи из разделов «MS Excel» и «MS Word», причем количество элементов знаний было уменьшено до 10 в связи с проверкой знаний на начальном этапе изучения курса. Следует также отметить, что задания на этой стадии имели вес 1–2 балла. В результате проведенных расчетов удалось разбить группы студентов на подгруппы с близкими уровнями начальных знаний.

Ранее автором «в соответствии со стандартом курса «Информатика» было сформировано множество из 30 элементов знаний раздела «MS Excel» указанной дисциплины. Расчеты, выполненные на основе модели (6), (2), (5), показали, что число включаемых в тест вопросов может быть заметно сокращено по сравнению с существующей практикой (ранее использовался тест из 25 вопросов) [15, 16]. В случае $b_1 = 1$, $i = 1, \dots, m$, получено 6 вариантов теста, включавших по 9 вопросов. При увеличении коэффициентов b_i по желанию преподавателя число вопросов в тесте возрастало до $13 \div 15$. Для модели (1), (2), (4) проведены вычислительные эксперименты с различными значениями α , позволившие получить более широкое множество тестов по сравнению с работой [16]. Следует отметить, что для ряда элементов знаний встречалось небольшое число вопросов, с помощью которых они проверялись, поэтому многие из таких вопросов входили в оптимальное решение. Было предложено разбить множество вопросов на непересекающиеся группы (3), тем самым у преподавателя появилась возможность один и тот же элемент знаний проверять вопросами разной формы представления и сложности. Кроме того, выполнены расчеты для раздела «MS Word». В

этом эксперименте множество элементов знаний состояло из 17 элементов, а число включаемых в тест вопросов сократилось с 25 до 7. При увеличении значений bi число вопросов в тесте возрастало до $10 \div 12$.

Расчеты проводились с помощью программы ЦПП, в лаборатории дискретной оптимизации ОФ ИМ СО РАН. Те же оптимальные решения получены с помощью рассматриваемой нами компьютерной системы контроля знаний.

Заключение

Рассматриваемая компьютерная система тестирования знаний студентов разработана на основе использования моделей и методов дискретной оптимизации, технологии генерации вариантов проверочных тестов в соответствии с предложенными алгоритмами. Этот же подход применим для входного контроля остаточных знаний по дисциплине «Информатика».

Данный программный комплекс планируется использовать на гуманитарных факультетах ОмГУ. В настоящее время продолжается разработка алгоритмов решения задач и их программная реализация. Отметим также, что апробация программного комплекса показала перспективность применения развиваемого подхода и создания специализированных систем контроля знаний в процессе обучения.

Литература

1. Ефремова Н.Ф. Тестовый контроль в образовании: учеб. пособие. — М.: Университетская книга: Логос, 2005. — 368 с.
2. Компьютерное тестирование в образовании (Каталог тестовых оболочек, программ разработки тестов и проведения тестирования) [Электронный ресурс] — URL: <http://slmini.narod.ru/prgtest.html> (дата обращения 20.12.2016).
3. Научно-технический вестник СПб ГИТМО (ТУ). Выпуск 1. Новые образовательные технологии / Гл. ред. В.Н. Васильев. СПб: СПб ГИТМО(ТУ), 2001. 177 с.
4. Погуда А.А. Модели и алгоритмы контроля знаний по гуманитарным дисциплинам: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. ТУСУР, Томск, 2016. [Электронный ресурс] — URL: <http://old.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/science/education/dissertations/2016-002-01.pdf> (дата обращения 20.12.2016)
5. Мицель А.А., Погуда А.А. Модели и алгоритмы для компьютерного контроля знаний // Открытое образование. 2010. Вып. 6. С. 44–49.
6. Ризун Н.О., Тараненко Ю.К. Методика разработки автоматизированной системы управления качеством тестового контроля знаний // Вестник НТУ «ХПИ». Вып. 31, — Харьков. 2010. С. 145–152.
7. Заозерская Л.А., Планкова В.А. Применение моделей дискретной оптимизации для разработки автоматизированной системы контроля знаний // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2008. Т. 6. Вып. 1. С. 47–52.
8. Колоколов А.А., Заозерская Л.А., Планкова В.А. Об одной автоматизированной системе тестирования знаний студентов по экономико-математическим методам // Сборник тезисов IV Международной конференции по вопросам обучения с применением технологий e-learnig. Москва, 2010. С. 130–133.
9. Тягунова Т.Н. Культура компьютерного тестирования. Культура проектирования тестового задания: монография. М: МГУП, 2006. 300 с.

References

1. Efremova N.F. Testovyy kontrol' v obrazovanii: ucheb. posobie. — M.: Universitetskaya kniga: Logos, 2005. — 368 P. (in Russ.)
2. Komp'yuternoe testirovanie v obrazovanii (Katalog testovykh obolochek, programm razrabotki testov i provedeniya testirovaniya) [Electronic resource]. Available at: <http://slmini.narod.ru/prgtest.html> (Accessed: 20.12.2016). (in Russ.)
3. Nauchno-tekhnicheskii vestnik SPb GITMO (TU). Vol. 1. Novye obrazovatel'nye tekhnologii / Gl. red. V.N. Vasil'ev. SPb: SPb GITMO(TU), 2001. 177 P. (in Russ.)
4. Poguda A.A. Modeli i algoritmy kontrolya znaniy po gumanitarnym distsiplinam: dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. TUSUR, Tomsk, 2016. [Electronic resource]. Available at: <http://old.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/science/education/dissertations/2016-002-01.pdf> (Accessed: 20.12.2016) (in Russ.)
5. Mitsel' A.A., Poguda A.A. Modeli i algoritmy dlya komp'yuternogo kontrolya znaniy // Otkrytoe obrazovanie. 2010. Vol. 6. Pp. 44–49. (in Russ.)
6. Rizun N.O., Taranenko Yu.K. Metodika razrabotki avtomatizirovannoy sistemy upravleniya kachestvom testovogo kontrolya znaniy // Vestnik NTU "KhPI". Vol. 31, — Khar'kov. 2010. Pp. 145–152. (in Russ.)
7. Zaozerskaya L.A., Plankova V.A. Primenenie modeley diskretnoy optimizatsii dlya razrabotki avtomatizirovannoy sistemy kontrolya znaniy // Vestnik NGU. Seriya: Informatsionnye tekhnologii. 2008. T. 6. Vol. 1. Pp. 47–52. (in Russ.)
8. Kolokolov A.A., Zaozerskaya L.A., Plankova V.A. Ob odnoy avtomatizirovannoy sisteme testirovaniya znaniy studentov po ekonomiko-matematicheskim metodam // Sbornik tezisov IV Mezhdunarodnoy konferentsii po voprosam obucheniya s primeneniem tekhnologiy e-learnig. Moskva, 2010. Pp. 130–133. (in Russ.)
9. Tyagunova T.N. Kul'tura komp'yuternogo testirovaniya. Kul'tura proektirovaniya testovogo zadaniya: monografiya. M: MGUP, 2006. 300 P. (in Russ.)

10. Ларина Л.В. Компьютерные системы тестирования знаний студентов на различных этапах оценки успеваемости // Омский научный вестник. 2013. № 1 (117). С. 43–46.

11. Агапонов С.В. и др. Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий. — СПб.: БХВ — Петербург, 2003. — 336 с.

12. Трайнев В.А., Гуркин В., Трайнев О.В. Дистанционное обучение и его развитие - Москва, 2006. — 196 с.

13. Аванесов В.С. Формы тестовых заданий. Учебное пособие для учителей школ, лицеев, преподавателей вузов и колледжей. 2-е изд. Перераб. и расширен. — М.: Центр тестирования, 2005. — 156 с.

14. Ларина Л.В. Разработка заданий для компьютерного тестирования студентов // Вестник сибирского отделения академии военных наук № 4. Омск. 2011. С. 85–89.

15. Колоколов А.А., Ларина Л.В. Разработка и применение моделей дискретной оптимизации при формировании тестов по информатике // Вестник Омского университета. 2011. № 2. С. 173–175.

16. Колоколов А.А., Ларина Л.В. Формирование проверочных тестов по информатике с использованием дискретной оптимизации // Материалы XIX Междунар. конф. «Применение новых технологий в образовании». Троицк: МОО фонд новых технологий в образовании «Байтик», 2008. С. 326–327.

17. Еремеев А.В., Заозерская Л.А., Колоколов А.А. Задачи о покрытии и их приложения // Материалы международного семинара «Вычислительные методы и решение оптимизационных задач». Новосибирск: ИВМ и МГ СО РАН, 2004. С. 70–76.

18. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов. — М.: ЛОГОС, 2002. — 432 с.

19. B.S. Bloom (1956). Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook 1; Cognitive Domain. New York: David McKay Co. Inc.: pp. 7–8 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.learnnc.org/lp/pages/4719#noteref1> (дата обращения 20.12.2016).

10. Larina L.V. Komp'yuternye sistemy testirovaniya znaniy studentov na razlichnykh etapakh otsenki uspevaemosti // Omskiy nauchnyy vestnik. 2013. № 1 (117). Pp. 43–46. (in Russ.)

11. Agaponov S.V. i dr. Sredstva distantsionnogo obucheniya. Metodika, tekhnologiya, instrumentariy. — SPB.: BKhV — Peterburg, 2003. — 336 P. (in Russ.)

12. Traynev V.A., Gurkin V., Traynev O.V. Distantsionnoe obuchenie i ego razvitie - Moskva, 2006. — 196 P. (in Russ.)

13. Avanesov V.S. Formy testovykh zadaniy. Uchebnoe posobie dlya uchiteley shkol, litseev, prepodavateley vuzov i kolledzhey. 2-e izd. Pererab. i rasshiren. — M.: Tsentr testirovaniya, 2005. — 156 P. (in Russ.)

14. Larina L.V. Razrabotka zadaniy dlya komp'yuternogo testirovaniya studentov // Vestnik sibirskogo otdeleniya akademii voennykh nauk № 4. Omsk. 2011. Pp. 85–89. (in Russ.)

15. Kolokolov A.A., Larina L.V. Razrabotka i primeneniye modeley diskretnoy optimizatsii pri formirovani testov po informatike // Vestnik Omskogo universiteta. 2011. № 2. Pp. 173–175. (in Russ.)

16. Kolokolov A.A., Larina L.V. Formirovaniye proverochnykh testov po informatike s ispol'zovaniem diskretnoy optimizatsii // Materialy XIX Mezhdunar. konf. «Primeneniye novykh tekhnologiy v obrazovanii». Troitsk: MOO fond novykh tekhnologiy v obrazovanii «Baytik», 2008. Pp. 326–327. (in Russ.)

17. Eremeev A.V., Zaozerskaya L.A., Kolokolov A.A. Zadachi o pokrytii i ikh prilozheniya // Materialy mezhdunarodnogo seminar «Vychislitel'nye metody i reshenie optimizatsionnykh zadach». Novosibirsk: IVM i MG SO RAN, 2004. Pp. 70–76. (in Russ.)

18. Chelyshkova M.B. Teoriya i praktika konstruirovaniya pedagogicheskikh testov. — M.: LOGOS, 2002. — 432 P. (in Russ.)

19. B.S. Bloom (1956). Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook 1; Cognitive Domain. New York: David McKay Co. Inc.: Pp. 7–8 [Electronic resource]. Available at: <http://www.learnnc.org/lp/pages/4719#noteref1> (Accessed: 20.12.2016).

Сведения об авторе

Любовь Викторовна Ларина

Старший преподаватель кафедры методики преподавания математики Института математики и информационных технологий Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Омск, Россия
Эл.почта: larinalv@omsu.ru

Information about the author

Lubov V. Larina

Senior lecturer of the Department of Methods of Teaching Mathematics of the Institute of Mathematics and Information Technology Dostoevsky Omsk State University, Omsk, Russia
E-mail: larinalv@omsu.ru

Междисциплинарное взаимодействие в интегрированной информационной среде обучения технического вуза

Целью исследования является анализ возможностей интегрированной информационной среды обучения для организации междисциплинарного взаимодействия в учебном процессе технического вуза. Проблема междисциплинарного взаимодействия является одной из ключевых при реализации компетентностного подхода к обучению в высшей школе, поскольку общекультурные и профессиональные компетенции, представленные в федеральных государственных образовательных стандартах, по своей сути являются интегративными и развиваются в процессе изучения различных дисциплин. Ещё одной актуальной задачей, которая может быть решена только на междисциплинарном уровне, является развитие профессионально значимых качеств личности будущих инженеров.

Интегрированная информационная среда обучения, которая является объектом исследования, сформирована в Вологодском государственном университете и используется в процессе обучения бакалавров и магистров нескольких технических направлений, связанных с информационными технологиями. Основой среды является система дистанционного обучения MOODLE, дополненная программными компонентами собственной разработки, интегрированными с системой MOODLE за счёт общей базы данных, в которой накапливается вся информация о процессах обучения и развития студентов. Среди средств собственной разработки выделим междисциплинарный дистанционный практикум по программированию, технологиям баз данных и другим смежным дисциплинам с автоматической проверкой решений обучающихся и тренажёр для индивидуального продвижения по «компьютерному» английскому языку. В процессе исследования была разработана структурно-функциональная модель междисциплинарного взаимодействия в интегрированной информационной среде

обучения, в которой представлены доступные формы взаимодействия субъектов процесса обучения на междисциплинарном уровне и средства осуществления взаимодействия.

К настоящему времени все структурные и функциональные компоненты разработанной авторами модели внедрены в учебный процесс и доказали свою жизнеспособность. В статье представлен опыт авторов по организации различных форм междисциплинарного взаимодействия, в соответствии с моделью, на примере развития у студентов иноязычной коммуникативной компетенции в тесной связи с обучением профильным дисциплинам. Результаты педагогического эксперимента подтвердили повышение уровня владения английским языком у студентов при использовании междисциплинарных форм обучения.

В целом результаты исследования показывают, что возможности современных информационных технологий позволяют преодолеть узко дисциплинарный подход к процессу обучения в техническом вузе и поднять междисциплинарное взаимодействие на новый уровень. Безусловно, междисциплинарное взаимодействие – только один аспект перспективного использования интегрированной информационной среды обучения, её возможности гораздо шире, некоторые из них уже используются на практике, а многие ещё предстоит исследовать и воплотить в жизнь. Сама среда находится в постоянном развитии, в связи с этим открываются новые возможности, позволяющие повысить качество подготовки студентов в техническом вузе.

Ключевые слова: интегрированная информационная среда обучения, профессионально значимые качества личности, модель обучающегося, модель междисциплинарного взаимодействия, иноязычная коммуникативная компетенция.

Svetlana Yu. Rzhetskaya, Marina V. Kharina

Vologda State University, Vologda, Russia

Interdisciplinary cooperation in the integrated information-learning environment of the technical university

The objective of the article is to analyze the integrated learning environment facilities in order to organize interdisciplinary cooperation within the educational process at the technical university. The problem of interdisciplinary cooperation is the key one for university lecturers when putting the competence approach into practice; according to the state educational standards, cultural and professional competences are integrative and must be developed in the process of studying various subjects. One more goal to be achieved only by means of realizing interdisciplinary cooperation is the development of professionally important personal qualities among the future engineers.

The integrated learning environment as the object of the research work has already been formed at the Vologda State University and is used in the educational process of the bachelors and masters in several fields of study connected with IT. The foundation of this learning environment is the system of distance learning MOODLE, supplemented by proprietary software components. Such components are integrated with MOODLE by means of common database gathering all the information about the educational processes and the development of students. Among proprietary software, we can distinguish the interdisciplinary distance training system, embracing such disciplines as programming, database technologies and other related sciences with automatic checking of students' solutions and trainer for individual progress in computer English. During the researching process, we developed a structural-functional model of interdisciplinary cooperation in the integrated information-learning environment, presenting the available forms

of cooperation of subjects of the educational process at the interdisciplinary level and the means of realizing this cooperation.

By now, all the structural and functional components of the model have been introduced in the educational process and proved their viability. The article presents the authors' experience on organizing various forms of interdisciplinary cooperation in compliance with this model by the example of the development of foreign communicative competence among students closely connected with their core disciplines. The results of these experiments showed the students' progress in language proficiency when interdisciplinary forms of studying were used.

On the whole, the results of the research show that modern IT opportunities enable us to overcome a narrow disciplinary approach to the educational process at the technical university and raise the level of interdisciplinary cooperation. Certainly, interdisciplinary cooperation is only one aspect of the perspective use of the integrated information-learning environment, its opportunities are much greater, some of them are already used in practice, and many have to be explored and implemented. The environment itself is in permanent development, in this regard, new opportunities appear, allowing raising the quality of education of students at the technical university.

Keywords: integrated information-learning environment, professionally important personal qualities, model of trainee, model of interdisciplinary cooperation, foreign communicative competence.

Введение

Переход системы высшего образования на компетентностно-ориентированную основу требует обратить особое внимание на проблему организации устойчивого и систематического междисциплинарного взаимодействия субъектов процесса обучения. Общекультурные и профессиональные компетенции выпускников, сформулированные в федеральных государственных образовательных стандартах, по своей сути являются интегративными и развиваются у студентов в процессе изучения различных дисциплин (курсов). С другой стороны, каждая дисциплина, изучаемая студентом, вносит свой вклад в развитие некоторого множества компетенций. В таких условиях узко дисциплинарный подход к обучению неприемлем [1].

Следует отметить, что идея междисциплинарного взаимодействия в процессе обучения является далеко не новой и возникла задолго до внедрения в практику компетентностного подхода к обучению. В классических учебниках по педагогике уделяется немало внимания организации межпредметных связей, концепция междисциплинарности последовательно развивается в работах Г.И. Батуриной, М.Н. Берулава, В.Н. Максимовой и других известных педагогов. В последние годы данная проблематика развивается в работах Л.С. Зникиной, Т.А. Криворотовой, Н.В. Поповой, Н.П. Пучкова, В.Ю. Столбова, С.И. Тормасина, Л.А. Шестаковой [2–8]. Тем не менее, полноценного воплощения концепции междисциплинарности в практику организации учебного процесса в вузе не наблюдается и в настоящее время.

В статье представлена модель и элементы технологии организации междисциплинарного взаимодействия в интегрированной информаци-

онной среде обучения технического вуза. Показано, что современные информационные технологии предоставляют реальные возможности для преодоления узко дисциплинарного подхода к преподаванию в высшей школе, что позволяет существенно повысить эффективность процесса обучения.

Представленная в статье интегрированная информационная обучающая среда сформирована и используется Вологодском государственном университете (ВоГУ) в процессе подготовки бакалавров и магистров по направлениям «Информатика и вычислительная техника», «Информационные системы и технологии», «Программная инженерия», «Управление в технических системах». Некоторые компоненты среды обучения предназначены специально для подготовки специалистов в области информационных технологий. Тем не менее, разработанную авторами модель междисциплинарного взаимодействия можно применить и для других направлений обучения, в том числе, в системе открытого образования.

1. Междисциплинарное взаимодействие как необходимое условие реализации компетентностного подхода к обучению в техническом вузе

Следует отметить особую актуальность проблемы междисциплинарного взаимодействия для технического вуза в связи с возросшими требованиями к подготовке специалистов технического профиля. Современный инженер, решающий сложные научно-технические задачи, должен обладать совокупностью таких интегративных компетенций, в развитии которых принимает участие множество дисциплин. Эффективность процесса развития компетенций студентов

в этом случае во многом зависит от умения (и желания) преподавателей различных дисциплин взаимодействовать в процессе обучения активно и плодотворно.

Следует также отметить усиливающийся интерес работодателей к процессу подготовки инженерных кадров в высшей школе. Требования работодателей всегда формулируются в терминах компетенций и профессионально значимых личностных качеств, они относятся ко всему преподавательскому коллективу и, как правило, не детализируются до уровня отдельных дисциплин.

Следует учитывать и рост уровня мотивации студентов к освоению на компетентностном уровне высокотехнологичных технических специальностей как основы для карьерного роста. Все перечисленные факторы способствуют актуализации проблемы организации междисциплинарного взаимодействия в техническом вузе.

В исследованиях, посвящённых данной проблематике, представлены различные формы междисциплинарного взаимодействия. При этом преобладает хронологический подход (выстраивание хронологического порядка изучения дисциплин, определение для каждой дисциплины предшествующих и последующих), который дополняется информационно-содержательной составляющей (увязка содержания дисциплин на уровне рабочих программ, согласование учебно-методических материалов). Безусловно, это важные компоненты междисциплинарного взаимодействия, которые обязательно должны присутствовать при организации учебного процесса [2,8]. Но такой поверхностный, часто формально реализуемый, уровень междисциплинарного взаимодействия явно недостаточен для решения амбициозных задач подготовки конкурентоспособных

специалистов технического профиля в рамках компетентного подхода к обучению.

Даже при идеально выстроенном порядке изучения дисциплин и их хорошо согласованном содержании профессиональные и общекультурные компетенции студента по-прежнему формируются как сумма обособленных знаний, умений и навыков, полученных при изучении каждой дисциплины, а процесс формирования профессионально значимых личностных качеств практически не контролируется.

Подход авторов основан на активном использовании возможностей, которые предоставляет современная интегрированная информационная среда обучения, позволяющая организовать полноценное междисциплинарное взаимодействие непосредственно в процессе обучения, тем самым поднять его на новый, операционно-деятельностный, уровень (по классификации В.Н. Максимовой, представленной в [8]). Проблема эффективного использования информационных технологий для организации междисциплинарного взаимодействия подробно исследуется в работах Н.В. Поповой, например, в [4]. Развивая данные идеи, авторы статьи представляют интегрированную информационную среду обучения, модель междисциплинарного взаимодействия в данной среде, а также имеющийся опыт междисциплинарного обучения.

2. Состав и возможности интегрированной информационной среды обучения

Представленная в статье интегрированная среда обучения сформирована, поддерживается и развивается совместными усилиями преподавателей кафедры автоматики и вычислительной



Рис. 1. Состав интегрированной информационной среды обучения

техники, а также других заинтересованных кафедр Вологодского государственного университета [9,10]. Среда развивается на протяжении длительного периода времени (более десяти лет), этот процесс продолжается и в настоящее время. Важно подчеркнуть, что процессы укрепления междисциплинарного взаимодействия и формирования среды обучения тесно связаны друг с другом — полноценная интеграция образовательных ресурсов возможна только на определенном уровне взаимодействия преподавателей различных дисциплин.

Представленные на рис. 1 компоненты среды обучения поддерживают процесс подготовки бакалавров и магистров нескольких технических направлений, связанных с информационно-коммуникационными технологиями.

Технологической основой представленной среды является широко используемая в вузах система дистанцион-

ного обучения MOODLE, в которой реализованы электронные учебно-методические комплексы (УМК) по всем основным дисциплинам образовательной программы. Возможности MOODLE позволяют использовать её не только для организации дистанционного образования, но и для поддержки очного обучения в высшей школе, существенно повышая эффективность взаимодействия всех субъектов процесса обучения и обеспечивая индивидуальный подход к обучающимся. Система MOODLE имеет в своём составе открытую базу данных, которая позволяет накапливать информацию обо всех деталях работы студентов в форме, удобной для анализа и принятия решений по корректировке учебного процесса.

Тем не менее, система дистанционного обучения универсального назначения, такая как MOODLE, не может в полной мере учитывать специфику развития профессиональных компетенций для конкретных

направлений обучения. В частности, для технических направлений большое значение имеет отработка профессиональных навыков с использованием программ-тренажеров. В интегрированной среде обучения, предназначенной для подготовки специалистов в области ИТ, важное место занимает междисциплинарный дистанционный практикум по программированию, технологиям баз данных и смежным дисциплинам с автоматической проверкой решений студентов. Практикум-тренажёр разработан на кафедре автоматики и вычислительной техники ВоГУ с активным участием студентов [9]. Он размещён на сайте кафедры (<http://atpp.vstu.edu.ru>) и доступен не только для студентов ВоГУ, но и для гостей сайта (с несколько ограниченной функциональностью). Имеются также и другие программы-тренажеры, в частности, по «компьютерному» английскому языку, который мы также относим к междисциплинарным средствам обучения. Результаты тренировок студентов передаются в общую базу данных, где интегрируются с данными, накопленными в системе MOODLE.

В процессе эксплуатации среды обучения возникла потребность во введении некоторых дополнительных компонентов, которые обеспечили гибкое управление процессом индивидуализированного обучения на компетентностной основе. Они будут представлены по ходу изложения.

Сформированная интегрированная информационная среда обучения позволяет существенно повысить эффективность процесса обучения. Однако, не следует забывать, что это всего лишь мощный инструмент в руках преподавателей и студентов, и те, и другие должны приложить немало усилий, чтобы полноценно использовать возможности современных информационных технологий.

3. Модель междисциплинарного взаимодействия в интегрированной информационной среде обучения

К настоящему времени в мире накоплен обширный положительный опыт использования электронных образовательных ресурсов в дистанционном обучении. В этом случае технологии обучения органично связаны с возможностями электронных средств обучения. На наш взгляд, более сложную задачу представляет эффективное использование возможностей интегрированной информационной среды в процессе очного обучения в вузе с традиционными регламентирован-

ными формами занятий (для технического вуза это лекции, лабораторные работы, курсовые проекты и т.д.). В этом процессе нужно действовать осторожно, чтобы не утратить основного преимущества очного обучения — непосредственного, «живого» общения студентов с преподавателями, в ходе которого происходит передача не только знаний, но и профессионального опыта, умений, навыков, а иногда и ценностных установок.

Опыт эксплуатации представленной среды обучения подтвердил целесообразность её использования для решения следующих задач:

- организация самостоятельной работы студентов;
- оперативный учёт результатов обучения, анализ результатов



Рис. 2 Модель междисциплинарного взаимодействия в интегрированной информационной среде обучения

с использованием программных средств собственной разработки и внесение необходимых корректировок в индивидуальные траектории обучения;

- организация междисциплинарного взаимодействия субъектов процесса обучения.

На последней функции остановимся подробнее. Выше было отмечено, что в настоящее время в учебном процессе высшей школы преобладающим является узко дисциплинарный подход, который не предполагает систематического и устойчивого междисциплинарного взаимодействия непосредственно в процессе обучения. Ввиду отсутствия апробированного опыта на базе традиционных технологий обучения было решено проанализировать новые возможности, предоставляемые интегрированной информационной средой обучения. В результате была сформирована структурно-функциональная модель процесса междисциплинарного взаимодействия в данной среде, которая представлена на рис. 2.

Разработка данной модели начиналась с определения целей междисциплинарного взаимодействия. Контакты с работодателями, которых мы считаем полноправными субъектами междисциплинарного взаимодействия, позволили уяснить, что при подборе инженерных кадров наряду с профессиональными компетенциями очень внимательно анализируются профессионально значимые качества личности выпускников вуза. Проблема развития качеств личности, значимых с точки зрения профессиональной деятельности, давно находится под пристальным вниманием специалистов в области профессиографии [11], однако, в высшей школе она, как правило, не выделяется в виде отдельной задачи. Между тем, задача развития личности студента может быть решена только на междисциплинарном уровне, причём средства информационных технологий

помогут контролировать данный процесс и повысить его эффективность.

Таким образом, основной целью междисциплинарного взаимодействия является развитие компетенций и профессионально значимых личностных качеств студентов. Многие исследователи относят и компетенции к особым, интегративным качествам личности, тем не менее, нам кажется целесообразным разделить данные понятия.

По мнению авторов, с точки зрения диагностики профессионально значимых личностных качеств и уровня развития компетенций полезной является формализация модели обучающегося. Многие авторы для обозначения данного понятия используют несколько устаревший термин «модель обучающегося», однако в свете современных представлений уточнение терминологии представляется целесообразным [12]. Модель обучающегося активно используется при разработке программных средств адаптивного обучения с целью интеллектуального управления процессом обучения. Имеется и более широкая трактовка модели обучающегося как совокупности знаний обучающегося об обучающемся, необходимой для организации процесса обучения [12–14]. Г.А. Атанов предлагает и такое понятие как «предметная модель обучающегося», полезное с точки зрения управления учебным процессом для каждой конкретной дисциплины [13]. Мы считаем, что наличие общедоступной базы данных в интегрированной среде обучения позволяет реализовать полноценную междисциплинарную модель обучающегося, основанную на совокупности всех накопленных данных о процессах обучения и развития студентов.

Общекультурные и профессиональные компетенции, которыми должны обладать выпускники, представлены в федеральных государственных образовательных стандартах по направлениям обучения.

В формализованном виде они представляют собой нормативную (эталонную) модель специалиста. Текущий уровень развития компетенций контролируется непосредственно при изучении конкретных дисциплин, при этом в общей базе данных имеется возможность интеграции результатов диагностики по всем дисциплинам для каждой из интегративных компетенций.

Сложнее обстоит дело с выделением и диагностикой личностных качеств. С этой целью авторами были внимательно изучены профессиограммы инженера и программиста, имеющиеся в открытом доступе, а также выполнен опрос участников клуба ИТ-директоров г. Вологды, в который входит большинство работодателей наших выпускников. В результате были выделены наиболее важные с профессиональной точки зрения характеристики личности будущего инженера-программиста, которые поддаются количественному или качественному измерению с помощью тестов, анкетирования, опросов. К таким качествам относятся: абстрактное логическое мышление, хорошая память, внимательность, способность к решению проблем, ответственность, мотивация к профессиональному росту. Измерение уровня развития перечисленных характеристик производится, в основном, с помощью программных средств собственной разработки, поскольку стандартные средства анкетирования и опросов MOODLE не предназначены для диагностирования личностных качеств.

Наличие общедоступной исчерпывающей информации о ходе и результатах учебного процесса, а также удобных в использовании программных средств позволяет преподавателям гибко управлять учебным процессом в рамках своей дисциплины, а также реализовать различные формы междисциплинарного взаимодействия. О них речь пойдет в следующем разделе.

4. Опыт организации междисциплинарного взаимодействия на примере развития иноязычной коммуникативной компетенции студентов

Для специалистов в области информационных технологий уверенное владение иностранным (английским) языком является неотъемлемой частью профессиональной компетентности. Традиционно считается, что ответственность за развитие у студентов иноязычной коммуникативной компетенции несёт дисциплина «Иностранный язык». Однако, в техническом вузе преподаватели иностранного языка не имеют специальных знаний и профессионального опыта в рамках направлений обучения студентов. Для них будет полезно взаимодействие с преподавателями профильных дисциплин, которые и сами заинтересованы в повышении у студентов уровня владения английским языком. С уверенностью можно сказать, что иноязычная коммуникативная компетенция имеет интегративный характер, а её развитие представляет собой сложный, длительный по времени процесс, значительная часть которого протекает на междисциплинарном уровне [10, 15].

В данном разделе представим такие элементы междисциплинарной технологии развития иноязычной коммуникативной компетенции, которые мы используем уже несколько лет, а их эффективность подтверждена результатами эксперимента, представленными в [10]. Многие педагогические приёмы стали возможны благодаря наличию интегрированной среды обучения, а некоторые направлены на развитие и совершенствование самой среды.

Большинство студентов ИТ-направлений имеют высокий уровень мотивации к развитию своей англоязычной компетенции, однако проблема заключается в том, что начальный уровень владения

языком, заложенный ещё в школе, у первокурсников резко различается, поэтому необходим индивидуальный подход к каждому студенту. Реализованная и наполненная совместными усилиями модель обучающегося помогает гибко выстраивать индивидуальные траектории обучения, руководствуясь не только знанием языка, но и другими характеристиками студента, в том числе и личностными. На данном этапе развития среды обучения мы с осторожностью внедряем средства автоматического выстраивания индивидуальных траекторий, хотя уже имеется несколько реализованных моделей автоматического подбора заданий в соответствии с множеством характеристик обучаемых. Тем не менее, окончательное решение всегда остается за преподавателем.

Далее коснёмся непосредственно междисциплинарных форм обучения. Для будущих ИТ-специалистов профильными дисциплинами являются «Базы данных», «Программирование», «Операционные системы» и другие смежные дисциплины. Преподаватели этих дисциплин в процессе обучения часто используют англоязычную терминологию, программные продукты с англоязычным интерфейсом, техническую документацию и тексты по специальности на английском языке. В совокупности все англоязычные материалы, выложенные на доступных сетевых ресурсах, представляют прекрасную аутентичную коллекцию для развития иноязычной коммуникативной компетенции. Наличие такой коллекции избавляет преподавателя английского языка от непосильной для него задачи подбора актуальных в настоящий момент, интересных и полезных студентам англоязычных текстов по специальности для развития навыков чтения, перевода, понимания, пересказа. Развитие англоязычных навыков в этом случае происходит легко и непринуждённо — ведь студент не просто учит

английский язык, он осваивает свою будущую профессию.

Другим, на наш взгляд, интересным примером междисциплинарного обучения является самостоятельная работа студентов в среде дистанционного практикума по программированию, базам данных и другим смежным дисциплинам (с автоматической проверкой решений студентов). Практикум является собственной разработкой, в которой реализован принцип междисциплинарного обучения, в том числе, включены обучающие элементы для развития англоязычной компетенции. Интерфейс легко переключается с русского на английский язык. Большинство условий задач практикума имеют формулировки на русском и английском языках, имеется также много задач с условиями только на английском языке (взятых из доступных англоязычных ресурсов). В процессе работы с практикумом студенты решают десятки и сотни задач (всего в практикуме сейчас около 1500 задач).

Студенты активно участвуют и в пополнении практикума новыми задачами. При этом они должны сформулировать условие каждой задачи на русском и английском языках. Проверка правильности англоязычного перевода двойная — преподаватель английского языка проверяет языковой аспект, а смысловой аспект проверяется так — другие студенты решают эту задачу, имея только английский вариант условия, и, если система оценивает решения как верные (не менее трёх верных решений), задача включается в банк заданий практикума.

Перечислим ещё некоторые формы междисциплинарного развития англоязычной компетенции, реализация которых не потребовала особых усилий:

- включение в тесты по различным дисциплинам нескольких тестовых заданий на английском языке;
- составление аннотации на английском языке к рефератам и курсовым проектам,

- подготовка презентации к защите курсового проекта (работы) на английском и русском языках;

- аналитический обзор англоязычных Интернет-ресурсов по проблеме, указанной преподавателем профильной дисциплины (студенту разрешается и самому сформулировать интересующую его проблему и согласовать формулировку с преподавателем).

Представленные выше формы междисциплинарного обучения доказали свою эффективность на практике [10]. При этом отмечено повышение уровня не только иноязычной компетенции, но и профессиональных компетенций студентов.

Заключение

К настоящему времени все структурные и функциональные компоненты модели междис-

циплинарного взаимодействия, разработанной авторами в ходе исследования, реализованы и внедрены в учебный процесс. Многие из них используются в ВоГУ при обучении бакалавров и магистров ИТ-направлений уже несколько лет и подтвердили свою жизнеспособность, о чём говорят результаты педагогической диагностики и опросы работодателей, с которыми налажены постоянные и устойчивые контакты.

Результаты регулярных опросов студентов показывают, что междисциплинарные формы обучения с активным использованием информационных технологий являются для них привлекательными и способствуют повышению уровня мотивации к развитию профессиональной компетентности. Реализованная личностная компонента модели обучающегося позволяет преподавателям совместно контролировать раз-

витие наиболее значимых личностных качеств, необходимых будущим ИТ-специалистам, и управлять данным процессом. Расширение знаний преподавателей о личности студентов помогает им гибко выстраивать индивидуальные траектории обучения в соответствии с индивидуальными особенностями обучающихся.

Безусловно, междисциплинарное взаимодействие — только один аспект перспективного использования интегрированной информационной среды обучения, её возможности гораздо шире, некоторые из них уже используются на практике, а многие ещё предстоит исследовать и воплотить в жизнь. Сама среда находится в постоянном развитии, в связи с этим открываются новые возможности, позволяющие повысить качество подготовки студентов в техническом вузе.

Литература

1. Ефремова Н.Ф. Компетенции в образовании. Формирование и оценивание. М.: Национальное образование; 2012: 416.
2. Зникина Л.С., Стрельников П.А. Междисциплинарное взаимодействие как основа формирования интегративных компетенций студентов вуза. Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2014; (2): 197–199.
3. Криворотова Т.А. Интеграция как фактор развития нового качества образования. Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 3: Педагогика. Психология. Образовательные ресурсы и технологии. Экономика. Право. Образование: региональный аспект. 2010: 233–238.
4. Попова Н.В. Принцип альтернативности при актуализации междисциплинарного синтеза в процессе выполнения лингвокомпьютерных заданий. Научно-технические ведомости. Гуманитарные и общественные науки. 2011; (2): 79–87.
5. Столбов В.Ю. Междисциплинарность как важный компонент современного инженерного образования. Вестник ПНИПУ. Культура. История. Философия. Право. 2015; (2): 12–20.
6. Тормасин С.И., Пучков Н.П. Организационно-методические проблемы интеграции компетенций. Вопросы современной науки и практики. 2012; (1): 149–158.
7. Шестакова Л.А. Теоретические основания междисциплинарной интеграции в образова-

References

1. Efremova N.F. Kompetentsii v obrazovanii. Formirovanie i otsenivanie. M.: Natsional'noe obrazovanie; 2012: 416 P. (in Russ.)
2. Znikina L.S., Strel'nikov P.A. Mezhdistsiplinarnoe vzaimodeystvie kak osnova formirovaniya integrativnykh kompetentsiy studentov vuza. Vestnik KGU im. N.A. Nekrasova. 2014; (2): Pp. 197–199. (in Russ.)
3. Krivorotova T.A. Integratsiya kak faktor razvitiya novogo kachestva obrazovaniya. Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S. Yu. Vitte. Seriya 3: Pedagogika. Psikhologiya. Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii. Ekonomika. Pravo. Obrazovanie: regional'nyy aspekt. 2010: Pp. 233–238. (in Russ.)
4. Popova N.V. Printsip al'ternativnosti pri aktualizatsii mezhdistsiplinarnogo sinteza v protsesse vypolneniya lingvokomp'yuternykh zadaniy. Nauchno-tekhnicheskie vedomosti. Gumanitarnye i obshchestvennye nauki. 2011; (2): Pp. 79–87. (in Russ.)
5. Stolbov V.Yu. Mezhdistsiplinarnost' kak vazhnyy komponent sovremennogo inzhenerного obrazovaniya. Vestnik PNIPU. Kul'tura. Istoriya. Filosofiya. Pravo. 2015; (2): Pp. 12–20. (in Russ.)
6. Tormasin S.I., Puchkov N.P. Organizatsionno-metodicheskie problemy integratsii kompetentsiy. Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. 2012; (1): Pp. 149–158. (in Russ.)
7. Shestakova L.A. Teoreticheskie osnovaniya mezhdistsiplinarnoy integratsii v obrazovatel'nom

тельном процессе вузов. Вестник Московского университета имени Витте С. Ю. Серия 3: Педагогика. Психология. Образовательные ресурсы и технологии. 2013; (1): 47–52.

8. *Максимова В.Н.* Межпредметные связи в процессе обучения. М.: Просвещение; 1988: 192.

9. *Андреанов И.А., Менухова Н.О.* Разработка и особенности использования дистанционного лабораторного практикума по программированию. Современное общество, образование и наука: Сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. 2012: 10–12.

10. *Ржеуцкая С.Ю., Харина М.В.* Интегрированная информационная среда обучения как средство развития иноязычной коммуникативной компетенции обучаемых. Открытое образование. 2016; (1): 43–48.

11. *Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Садовникова Н.О.* Профориентология. Теория и практика: учебное пособие для высшей школы. М.: Академический проект/Фонд «Мир»; 2009: 192.

12. *Хлопотов М.В., Шишкин А.Р.* Система диагностики сформированности профессиональных компетенций студентов специальности «Информационные технологии в образовании». Дистанционное и виртуальное обучение. 2010; (2): 59–69.

13. *Атанов Г.А.* Возрождение дидактики – залог развития высшей школы. Донецк: Изд-во ДООУ; 2003: 180.

14. *Давыдова Е.Н., Сергушичева А.П.* Модели обучаемого и преподавателя для мультиагентной обучающей системы. Открытое образование. 2015; (5): 25–31.

15. *Харина М.В.* Модели развития иноязычной коммуникативной компетенции студентов технического вуза в интегрированной информационной обучающей среде. Ярославский педагогический вестник. Том 2. Психолого-педагогические науки. 2014; (4): 114–118.

protssesse vuzov. Vestnik Moskovskogo 27 universiteta imeni Vitte S. Yu. Seriya 3: Pedagogika. Psikhologiya. Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii. 2013; (1): Pp. 47–52. (in Russ.)

8. *Maksimova V.N.* Mezhpredmetnye svyazi v protssesse obucheniya. M.: Prosveshchenie; 1988: 192 P. (in Russ.)

9. *Andrianov I.A., Menukhova N.O.* Razrabotka i osobennosti ispol'zovaniya distantsionnogo laboratornogo praktikuma po programmirovaniyu. Sovremennoe obshchestvo, obrazovanie i nauka: Sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 2012: Pp. 10–12. (in Russ.)

10. *Rzheutskaya S.Yu., Kharina M.V.* Integrirovannaya informatsionnaya sreda obucheniya kak sredstvo razvitiya inoyazychnoy kommunikativnoy kompetentsii obuchaemykh. Otkrytoe obrazovanie. 2016; (1): Pp. 43–48. (in Russ.)

11. *Zeer E.F., Pavlova A.M., Sadovnikova N.O.* Proforientologiya. Teoriya i praktika: uchebnoe posobie dlya vysshey shkoly. M.: Akademicheskii proekt/Fond «Mir»; 2009: 192 P. (in Russ.)

12. *Khlopotov M.V., Shishkin A.R.* Sistema diagnostiki sformirovannosti professional'nykh kompetentsiy studentov spetsial'nosti «Informatsionnye tekhnologii v obrazovanii». Distantsionnoe i virtual'noe obuchenie. 2010; (2): Pp. 59–69. (in Russ.)

13. *Atanov G.A.* Vozrozhdenie didaktiki – zalog razvitiya vysshey shkoly. Donetsk: Izd-vo DOU; 2003: 180 P. (in Russ.)

14. *Davydova E.N., Sergushicheva A.P.* Modeli obuchaemogo i prepodavatela dlya mul'tiagentnoy obuchayushchey sistemy. Otkrytoe obrazovanie. 2015; (5): Pp. 25–31. (in Russ.)

15. *Kharina M.V.* Modeli razvitiya inoyazychnoy kommunikativnoy kompetentsii studentov tekhnicheskogo vuza v integrirovannoy informatsionnoy obuchayushchey srede. Yaroslavskiy pedagogicheskii vestnik. Tom 2. Psikhologo-pedagogicheskie nauki. 2014; (4): Pp. 114–118. (in Russ.)

Сведения об авторах

Светлана Юрьевна Ржеуцкая

Кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации и вычислительной техники
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
Эл. почта: rzeyzki@yandex.ru

Марина Викторовна Харина

Ассистент кафедры иностранных языков для технических направлений
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
Эл. почта: marinav-eng@yandex.ru

Information about the authors

Svetlana Yu. Rzheutskaya

Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor of the Department of computer science and
engineering
Vologda State University, Vologda, Russia
E-mail: rzeyzki@yandex.ru

Marina V. Kharina

Assistant Professor of the Department of foreign
languages for technical directions
Vologda State University,
Vologda, Russia
E-mail: marinav-eng@yandex.ru

Содействие профессионализации через организацию научно-образовательной среды вуза

В статье на примере опыта Ярославского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова показаны возможности сформированной образовательной среды для реализации компетентностного подхода в подготовке бакалавров при активизации научно-исследовательской деятельности студентов.

Целью исследования является разработка циклической модели содействия научно-исследовательской деятельности студентов, в рамках внутри и межкафедральных, вузовских и межвузовских, региональных и международных проектов. Поставленная цель определила выделение следующих задач:

1) рассмотреть особенности научно-образовательной среды филиала, выделить ее структурные элементы, влияющие на формирование и развитие профессиональных компетенций студентов;

2) проанализировать технологические аспекты организации научно-исследовательской деятельности студентов в вузе; на эмпирическом уровне проследить процесс формирования у студентов требуемых компетенций с использованием инструментов научно-исследовательской работы;

3) обосновать различные возможности, имплицитно содержащиеся в каждом методе организации научно-исследовательской деятельности студентов.

В качестве объекта исследования рассматривалась конкретная учебная группа в образовательной среде вуза.

В исследовании применялись социологические методы: включенное наблюдение, неформализованное интервьюирование, анализ отчетов по научно-исследовательской работе студентов. Используются результаты прикладных исследований по анализируемой проблеме, а также почти 20-летний практический опыт Ярославского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова (ранее МЭСИ).

В первой части статьи дана характеристика образовательной среды вуза с точки зрения ее возможностей для формирования и развития профессиональных компетенций студентов, в частности, показаны место и роль в этом процессе научно-исследовательской работы студентов. Отмечены проблемы, решение которых позволит более полно реализовать потенциал образовательной среды.

Вторая часть статьи посвящена технологическим аспектам организации научно-исследовательской работы студентов. Выделены способы активизации их деятельности в этой области и показано их практическое применение. Эмпирически доказано, что вовлечение студентов в различного рода научно-исследовательскую работу обеспечивает повышение их мотивации к овладению профессиональными компетенциями, позволяет увидеть результаты своих усилий и формирует потребность в авторских достижениях.

Предложенные материалы направлены на систематизацию и развитие теоретических основ и практической модели организации научно-исследовательской деятельности студентов как элемента образовательной среды для достижения показателей эффективности вузов, способствующих выполнению миссии вуза, создания условий для академических ценностей высшего образования в целом. Полученные результаты могут быть использованы в деятельности других образовательных учреждений высшего образования.

Ключевые слова: научно-исследовательская деятельность, студенты, образовательная среда, компетенции, обучение в вузе, компетентностный подход, профессионализация.

Irina V. Serafimovich, Olga M. Konkova

Yaroslavl Branch of Plekhanov Russian University of Economics, Yaroslavl, Russia

Promotion of professionalization through forming the scientific-educational environment at the university

On the example of Yaroslavl branch of Plekhanov Russian University of Economics, the article demonstrates the potential of the generated educational environment for implementing the competence approach in training bachelors at enhancing the research activities of students.

The aim of the study is to develop a cyclic model of promoting scientific research activities of students in specialized, interdisciplinary, university and interuniversity, regional and international projects. The aim of the study determined the following tasks:

1) to consider the peculiarities of the scientific-educational environment created in Yaroslavl branch and to allocate its structural elements which influence the formation and the development of students' professional competencies;

2) to analyze the technological aspects of the students' research activity organization at the university; to follow the process of the required competencies formation at the empirical level using the tools of scientific research;

3) to justify the various options implicitly contained in each method of organizing the students' research activity.

The object of the study is the specific student group in the educational environment of the University. The study used different sociological methods such as involved observation, unstructured interviewing, and analysis of the students' reports about their research works. The article presents the results of the authors' applied research on the given problem and nearly 20 years of their practical experience in Yaroslavl branch of Plekhanov Russian University of Economics (former MESI). In the first part of the article the characteristics of the educational environment of the University from the point of view of its potential for forming and developing students' professional competences are considered, the place and the role of students' research work in the educational environment creation process are presented. The key problems that should be solved to realize the full potential of the university educational environment are identified.

Статья публикуется при поддержке гранта РГНФ «Метакогнитивные процессы в профессионализации субъекта» (проект № 15-06-10823а)

The second part of the article focuses on the technological aspects of organizing students' scientific-research work at the university. The ways to enhance students' science activity in practical application are suggested. It is empirically proven that the involvement of students in scientific research provides their increasing interest to acquire professional competencies because they can see good results of their efforts and feel the need in new achievements.

The proposed materials contribute to the development of the theoretical foundations and the practical model of the students' research

activity organizing as a necessary part of the university educational environment, formation of which helps to achieve the university performance indicators, to carry on the mission of the university, to create conditions for implementing the academic values in general. The obtained results can be used by other institutions of higher education.

Keywords: research activities, students, scientific-educational environment, competences, higher education, competence approach, professionalization.

Введение

Высокие темпы изменений в современной экономике невозможны без постоянного развития квалификации сотрудников компаний. Сохранение конкурентоспособности обеспечивается за счет непрерывного повышения квалификации персонала. Перед профессиональным образованием в целом всегда стоит перманентная задача повышения его качества, чтобы обеспечить высокий профессиональный уровень выпускников в контексте тех социально-экономических требований, что предъявляет время [1]. Государственная программа РФ «Развитие образования на 2013–2020 гг.» и Федеральные государственные стандарты высшего профессионального образования (далее ФГОС ВПО) в последней редакции исходят как раз из тех требований рынка труда, которые актуальны на данный период развития экономики и общества.

Модернизация стандартов, в том числе и высшего профессионального образования, является отражением нового взгляда на подготовку кадров для российской экономики, что было обусловлено «вхождением России в единое европейское образовательное пространство» и необходимостью «создания системы обеспечения качества российского высшего образования, совместимой с европейскими системами» [2]. Ныне действующий ФГОС 3+ содержит в качестве ключевых показателей подготовленности студен-

тов критерии компетентности: общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные [3]. Кроме того, с переходом на болонскую систему высшего профессионального образования абсолютное большинство студентов выпускается бакалаврами, учебные планы подготовки которых, естественно, значительно короче в часах, чем это было при подготовке специалистов.

Как показывают некоторые исследования, работодатели до сих пор воспринимают бакалавров как «недоученных специалистов», относятся с недоверием к качеству их подготовки, особенно практической [4]. Причина этого видится исследователям в том, что подготовка выпускников профессиональных учебных заведений «часто не соответствует требованиям работодателей по содержанию. <...> Требования к компетенциям <...>, заложенные в государственных образовательных стандартах, часто отстают от требований рынка труда» [5].

Возникает дисбаланс между спросом и предложением рабочей силы в контексте профессионально-квалификационной подготовки молодых специалистов, то есть система профессионального образования не способна быстро реагировать на запросы рынка труда и сформировать у студентов на необходимом уровне необходимые на рабочем месте компетенции. Это требует от работодателей дополнительных финансовых затрат, причем, чем ниже стартовая профессиональная подготовка сотруд-

ника, тем выше затраты на повышение его квалификации.

Обеспечить наиболее четкую связь между требованиями работодателей и профессиональным образованием смогут помочь профессиональные стандарты. Это понятие появилось в конце 2012 г. в ТК РФ. Он был дополнен ст. 195.1 «Понятия квалификации работника, профессионального стандарта». В ней дается определение терминам «квалификация работника» и «профессиональный стандарт». Профессиональный стандарт — это характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности. Государственное регулирование содержания образования происходит путем обновления ФГОС ВО, что привело, например, в редакции ФГОС-3+ к смещению акцента на обучение по программам «прикладного бакалавриата» и программам «прикладной магистратуры», «как ориентированных на производственно-технологический, практико-ориентированный, прикладной вид (виды) профессиональной деятельности как основной <...> то есть, речь идет о снижении обособленности обучения в российских вузах от рыночной среды, о востребованности выпускников на рынке труда и об обладании выпускников уже сформированными компетенциями. Ядром направления подготовки становятся универсальные и общепрофессиональные компетенции именно они смещаются на позицию ключе-

вых, а основные задачи учета профессиональных стандартов переносятся на уровень образовательной программы» [6].

Таким образом, профессиональные стандарты определяют, как содержание профессионального образования, так и содержание той образовательной среды, в которой будет под требования стандартов осуществляться подготовка специалистов. Реализация учебного процесса на основе компетентностного подхода заставляет пересматривать систему не только аудиторной работы со студентами, но и внеаудиторной, осуществлять интеграцию учебной и внеучебной деятельности, развивать систему открытого дистанционного образования [7, 8]. В ходе наших рассуждений формируется противоречие. С одной стороны, для фиксации достижения критериев, заданных стандартами, внедряются различные формы оценки качества осуществляемой вузом деятельности, ее результативности в различных аспектах (через аккредитацию, аттестацию, посредством различных рейтингов вузов, через трудоустройство выпускников). Достижение различных критериев становится все более сложным и трудоемким процессом, о чем, в частности, говорят такие авторы, как И.Е. Жуковская [9] Л.А. Камалова, Е.А. Райкова [10], М.В. Симонина, Л.А. Илюхина, Г.М. Романцев, Е.Ф. Зеер [11]. С другой стороны, соответствия перечисленным требованиям предстоит достигать при сокращении объема аудиторных часов и повышенных требованиях к выпускнику, необходимости удовлетворять ожидания работодателей и рынка труда. Встает вопрос, как в таких условиях вузовским преподавателям объединить в процессе обучения решение двух задач: компетентностное и практикоориентированное обучение, акцентируясь при этом на

формировании поведенческих действий, которые выпускники должны демонстрировать в будущей профессиональной деятельности. На наш взгляд, внеаудиторная работа студентов, а именно ее научно-исследовательская составляющая, должна стать той платформой, где соединяются и развиваются приобретенные студентами знания, умения и опыт. Аналогичные нашим рассуждениям существуют мнения и у зарубежных авторов, таких как Masakure O. [12], считающих, что профессиональное образование способствует приобретению навыков применения научных принципов и системного подхода, как при решении частных задач, так и при решении проблем стоящих перед организацией и обществом в целом. При этом мы осознаем, что научно-исследовательская деятельность научно-педагогических работников неотделима от студенческой.

1. Научно-образовательная среда вуза как основа для формирования и развития профессиональных компетенций студентов

Большую роль в реализации положений ключевых государственных документов в области подготовки бакалавров играет та образовательная среда, которая обеспечит процесс приобретения студентами требуемого набора компетенций и сформирует положительную

мотивацию к будущей профессиональной деятельности. Для этого, сошлемся на мнение исследователей А.М. Алексанкова, В.Е. Магер, Л.В. Черненко, А.В. Черненко [2], что современное образовательное пространство, как научно-образовательная среда, должно сформировать «умение реализовать творческое развитие в профессиональном и научном контексте», без чего невозможна успешная инновационная деятельность. Обязательной, направленной на практику, исследовательской деятельности при получении образования указывают и зарубежные исследователи [13].

Научно-образовательная среда Ярославского филиала Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова представляет собой конкретное структурированное образование, состоящее из двух взаимно интегрированных сред: внутренней и внешней (рис. 1).

Раскроем более подробно представленную на рисунке 1 схему. Составными частями внутренней научно-образовательной среды являются:

- учебная аудиторная и внеаудиторная работа;
- аудиторная (курсовые, рефераты, доклады, проекты, проблемные лекции, решение нестандартных задач с элементами научного исследования) и внеаудиторная научно-исследовательская работа студентов (далее НИРС) (поисковые за-

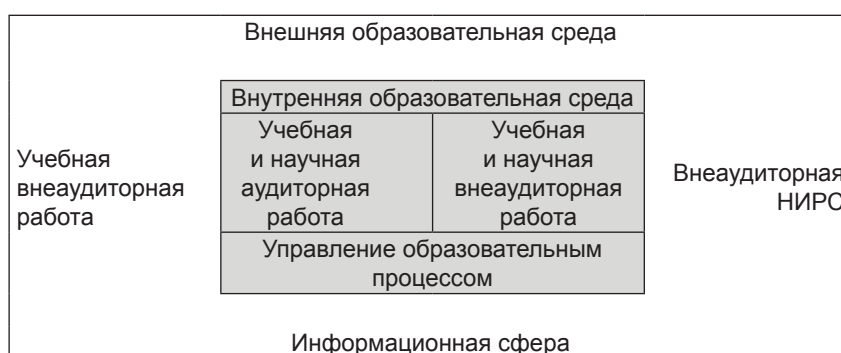


Рис. 1. Схема научно-образовательной среды

дания, конкурсы, олимпиады, научные кружки, внутренние конференции);

— административное управление образовательным процессом.

В состав элементов внешней научно-образовательной среды входят:

— учебная внеаудиторная работа (производственная практика, экскурсии, встречи с практиками);

— внеаудиторная НИРС (написание научных статей, участие в работе конференций, научных чтений, в том числе с докладами, в конкурсах проектов, полевых исследованиях);

— информационная сфера (библиотеки, интернет, научные учреждения, места практики, другие вузы, учреждения культуры, органы управления).

Из описания сложившейся структуры научно-образовательной среды Ярославского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова видно, что НИРС тесно соединена с учебным процессом: она встроена в учебный процесс, дополняет его и осуществляется параллельно. Это не случайно. Переход на программы прикладного бакалавриата привел к дисбалансу в теоретическом и практическом обучении в пользу последнего, что выразилось в значительном сокращении аудиторных часов на гуманитарные дисциплины и теоретическое обучение. В связи с этим НИРС приобретает особое значение для реализации требований ФГОС ВО и стала необходимым компонентом в подготовке студентов. Обязательное соединение внеаудиторной НИРС с ее элементами в учебном процессе постепенно формирует органичное единство научно-образовательной среды. Такое сочетание учебной и научной деятельности позволяет не только вооружить студентов суммой знаний согласно учебному плану, но и сформировать стремление к их расширению на основе овладения методами научного исследования.

НИРС невозможна без анализа и обобщения различной информации, поэтому стала необходимым компонентом профессиональной подготовки. Кроме этого НИРС помогает выявить индивидуальные творческие способности и актуализировать их, развивает творческое мышление через поиск нестандартных приемов решения проблем, которые имеют практический характер, прикладное значение, экономическую полезность с выходом на их коммерциализацию. В связи с этим НИРС следует рассматривать как удачное соединение обучения и практики.

На наш взгляд, такой тип научно-образовательной среды наиболее оптимален, поскольку обеспечивает условия для реализации принципа «обучение через исследование». Выпускникам вуза придется работать в наукоемком бизнесе и предпринимательской экономике, поэтому овладение широким спектром компетенций, в том числе необходимых для научного исследования, поможет им претендовать на рабочие места в области инновационной и проектной деятельности с высокой оплатой труда.

Проделанный большой объем работы в вузе по формированию научно-образовательной среды не говорит, что можно успокоиться и почивать на лаврах достигнутых успехов. Еще ждут внимания со стороны руководства и профессорско-преподавательского состава вуза такие проблемы, как:

— расширение тематики научных проектов, осуществляемых совместно преподавателями и студентами по актуальным проблемам региона с последующим использованием их результатов в учебной деятельности;

— организация и координация аудиторной и внеаудиторной НИРС междисциплинарного и меж кафедрального характера;

— организация работы проблемных групп и научных семинаров, как внутри, так и межвузовских;

— пропаганда результатов НИРС с использованием вузовского сайта, популярных социальных сетей, выставок;

— разработка действенной системы поощрений студентов за успехи в научно-исследовательской работе.

Преодоление отмеченных нами проблем является условием развития образовательного и воспитательного потенциала сформированной научно-образовательной среды вуза. В контексте нашего исследования следует отметить позицию М.С. Бережной, которая говорит о важности креативной среды в гуманитарном образовании и подчеркивает, что такие среды, создавая условия для активной творческой позиции, реализуют возможности для развития эмоционального интеллекта и эмоциональной культуры личности. Автор, выделяя основные стратегии образовательной деятельности, которые направлены на управление способностями и талантами, говорит, в том числе, и о таких, как исследовательская и проектная [14, 15].

2. Технологические аспекты организации научно-исследовательской деятельности студентов в вузе

Формирование у студентов нескольких видов компетенций: общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных, предполагает, что, с одной стороны, многие из них формируются и развиваются в рамках научно-исследовательской деятельности, а некоторые из них являются результатом таковой. Таким образом, процесс профессионализации рассматривается нами с позиции профессионально-акмеологического подхода, предполагающего,

прежде всего саморазвитие, изменение в мировоззрении, личностных особенностях и мышлении [16]. Наше исследование показало, что сложившаяся в Ярославском филиале РЭУ им. Г.В. Плеханова научно-образовательная среда в ее интегрированном виде способна обеспечить соответствие современным требованиям к подготовке бакалавров как со стороны контролирующих органов, так и со стороны рынка труда.

На примере ряда компетентностных требований ФГОС 3+ 38.03.02 Менеджмент (ОК-3 способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности; ОК-5 способность к коммуникации в устной и письменной форме <...> для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия; ОПК-4 способность осуществлять деловое общение и публичные выступления <...> электронные коммуникации; ПК-17 способность оценивать экономические и социальные условия предпринимательской деятельности, выявлять новые рыночные возможности и формировать новые бизнес-модели) покажем возможность влияния на их формирование способами активизации научно-исследо-

вательской деятельности студентов (таблица 1).

Рассмотрим последовательно каждый из названных в таблице способов.

Этап первый. Приобщение студентов к научно-исследовательской деятельности, понимание прикладных и теоретических аспектов

Этот метод реализуется уже более 15 лет в рамках регулярного научного мероприятия – международного конгресса «Региональный маркетинг». Организаторами конгресса выступают в партнерстве различные структуры: Российский экономический университет им. В.Г. Плеханова и Департамент территориального развития Ярославской области, Агентство по туризму Ярославской области при поддержке Правительства Ярославской области, Ярославской торговой-промышленной палаты, Ярославского регионального отделения ООО «Всероссийский Совет местного самоуправления». Информационным партнером стала Гильдия маркетологов России. В числе решаемых задач представлены задачи, как сугубо практического (привлечение специалистов), так и теоретического (определение роли и функции маркетинга на разных уровнях взаимодействия) и прикладно-

го характера (обмен опытом, анализ практик). Участниками Конгресса традиционно являются, с одной стороны, представители органов исполнительной власти и местного самоуправления; с другой – ведущие ученые России, ближнего и дальнего зарубежья, представители бизнеса, музеи, учреждения культуры, студенческое сообщество. Регулярно в мероприятии принимают участие около 300 человек. Важным становится расширение географии участников и партнеров, усиление межсетевого взаимодействия, активизация деятельности студенчества по решению вопросов развития территорий через социальные проекты. По итогам конгресса издается сборник статей ученых и практиков-маркетологов. Участие для студентов дает им возможность иметь прямой контакт с высокопрофессиональными практиками (работает на формирование ОК-5), получать непосредственно от них аналитическую информацию об экономических и социальных условиях в регионе и по стране в целом для предпринимательской деятельности (работает на формирование ПК-17). Кроме этого, по нашим наблюдениям, участие студентов в таких мероприятиях формирует у них более осознанное, ответственное отношение к овладению профессиональными знаниями и активизирует их познавательную деятельность.

Этап второй. Включение студентов в научно-исследовательскую деятельность в рамках внутри и межкафедральных проектов

В работе в целом кафедр филиала и, в частности, кафедры менеджмента и маркетинга Ярославского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова это проявилось в реализации таких мероприятий, как встречи с предпринимателями, конкурсы бизнес-проектов (с этим опытом своей работы мы уже

Таблица 1

Способы активизации НИРС

Способы активизации	Цель, мероприятия
1. Приобщение студентов к научно-исследовательской деятельности, понимание прикладных и теоретических аспектов.	– Стимулирование НИРС через активизацию творческого потенциала студентов посредством прямых контактов с экспертами и практиками. – Международный конгресс «Региональный маркетинг»
2. Включение студентов в научно-исследовательскую деятельность в рамках внутри и межкафедральных проектов.	– Знакомство с проблематикой регионального управления, выявление актуальных направлений и тем для исследований. – Конференции, полевые исследования, научный кружок и др.
3. Подведение итогов научно-исследовательской деятельности студентов за учебный год.	– Презентация результатов научно-исследовательской активности и их оценка, создание площадки для научного взаимодействия. – Конференция «Молодежь. Образование. Экономика».

знакомили читателей) [17], студенческие научно-практические конференции, полевые исследования, студенческий научный кружок и другие.

В этой статье мы хотим остановиться на научно-исследовательской работе студентов, как способе формирования у будущих менеджеров необходимых компетенций. Сразу же с первого курса студенты активно вовлекаются преподавателями кафедры в различные научно-исследовательские мероприятия. Задача преподавателя убедить студентов в том, что не надо бояться этой работы, ведь пока не попробуешь сам, никогда не поймешь и не почувствуешь, насколько ты стал богаче в своих знаниях и умениях.

Мы исследовали работу студентов одной группы на протяжении 4-х лет, от поступления их в вуз до выпуска в качестве бакалавров менеджмента. Уже будучи выпускниками, в ходе их интервьюирования, которое больше напоминало беседу «по душам», студенты вспоминали «себя в науке» и честно признались, что не всегда и не каждому хотелось участвовать в научных мероприятиях, поэтому поначалу некоторые из них иногда воспринимали это как принуждение. Однако, чем больше они осваивали учебные предметы и испытывали удовлетворение от получаемых результатов, в том числе и научно-исследовательских, тем больше появлялось желание познавать будущую профессию не только по учебникам. Этот приобретенный научно-исследовательский опыт ощутимо помогал им в подготовке дипломных работ. Мы посчитали целесообразным для понимания логики изложения и реальных показателей отразить несколько, важных на наш взгляд моментов, а именно:

- *Результативность и показатели студенческой научно-исследовательской деятельности.* За 4 года обучения студента-

ми исследуемой группы, численность которой 18 человек, опубликовано 53 статьи. Они стали участниками более десятка таких научных мероприятий, как конференции, круглые столы, семинары, проходившие не только в Ярославле, но и в Москве, Твери, Белгороде, Рязани, Минске, Дербенте. На конференциях было сделано 48 докладов, посвященных современным проблемам менеджмента. Тематика статей довольно обширна: от проблем оперативного управления до вопросов стратегического менеджмента, например: конкурентоспособность компаний, организационная культура, управление человеческими ресурсами, социокультурные аспекты управления и другие. Многие статьи отражали результаты курсовых исследований, при этом помогали студентам решать две сложные и важные задачи: во-первых, под руководством преподавателей они учились писать научный текст, осваивали этот стиль подачи материала, во-вторых, готовя материал для статьи, они заново переосмысливали свои курсовые работы и учились не только выбирать главное, но и оценивать свой результат с точки зрения его полезности для управленческой деятельности. Организация такой деятельности студентов успешно работает на формирование ОК-3, ОК-5, ОПК-4, ПК-17.

- *Полевые эмпирические исследования.* Данное направление реализуется в межкафедральном проекте совместно с кафедрой гуманитарных дисциплин, где в рамках курсов психологической направленности с помощью психологических методик изучаются те или иные личностные особенности, влияющие на эффективность деятельности [18, 19, 20]. Например, результаты исследования среди выпускников средних школ показали студентам, что некоторые по-

веденческие реакции взрослых людей, с которыми сталкиваются руководители в организациях, могут являться следствием событий их детства и отрочества, периода, когда шел процесс осознания себя и формирования отношения к окружающей действительности под ее же влиянием. Выявление этой проблемы и понимание ее первопричины несомненно поможет им в будущем, как менеджерам, при решении задач деловой коммуникации.

В том, что успешность деятельности определяется не только собственно профессиональными знаниями и навыками, сколько умениями реализовывать эти ресурсы в своем труде за счет развития соответствующих профессионально-значимых качеств личности, студенты убедились по результатам другого полевого исследования среди представителей педагогической профессии. Они выявили, что деловые коммуникации способствуют развитию творческого потенциала педагогов, умению находить общий подход к разным возрастным группам и личностным особенностям своих учащихся, более эффективному решению профессиональных проблем, проведению рефлексивного анализа своей деятельности, выявлению слабых сторон и путей их устранения. Участие студентов в таких исследованиях эффективно при формировании ОК-3, ОК-5, ОПК-4, ПК-17.

- *Сетевое взаимодействие в рамках студенческой научно-исследовательской деятельности.* Интересным было участие студентов исследуемой группы совместно со студентами РУДН (Российского университета дружбы народов) в разработке проекта обновления туристского продукта города Мышкина Ярославской области. Работа над проектом осуществлялась в течение трех дней тремя последовательными стадиями: мониторинг и

картирование ресурсов территории, работа в проектных группах по выработке инновационных проектов, экспертиза и защита разработанных проектов. Для выявления потребностей местных жителей и туристов в городе Мышкин студентами был проведен социологический опрос. Анализ его результатов позволил диагностировать текущую ситуацию и оценить имеющиеся рекреационные ресурсы. В частности, ими было предложено использовать как туристский объект одно из старинных зданий — бывший дом краснодеревщиков Смирновых — как Дом Детского Творчества. Город Мышкин издавна знаменит такими ремеслами, как валяние валенок,ковка железа, гончарное ремесло, плетение из льна и бересты. В Доме Детского Творчества этим ремеслам можно обучать детей местных жителей и проводить мастер-классы для туристов. Предложенный группой проект был представлен экспертам и руководству Мышкинского муниципального района и получил одобрение. Сам факт того, что студенты получили возможность участвовать в такой научно-исследовательской работе, говорит о том, что опыт подобной деятельности, приобретенный ими в стенах родного вуза, оказался успешным и востребованным для муниципального района, а также полезным для формирования всех взятых для примера компетенций. Кроме того, филиал активно осуществляет научно-инновационную деятельность, разрабатывает проекты для приоритетных отраслей экономики, проводит круглые столы с предпринимателями. В сотрудничестве с бизнес-партнерами успешно развивается и функционирует студенческий технопарк Бизнес-STAR-UP, являющийся площадкой для формирования у студенчества профессиональных компетенций и мотивации на инновационную и предпринимательскую деятельность.

ционную и предпринимательскую деятельность.

• *Содействие коммерциализации студенческой научно-исследовательской деятельности.* В рамках студенческого научного кружка «Формирование высокоэффективного менеджмента для решения организационных проблем» группа студентов занималась исследованием факторов, обеспечивающих устойчивое развитие региона и региональных организаций в современных условиях, например, человеческий капитал, финансовый рынок, инвестиционная политика, информационное обеспечение, развитие предпринимательства, корпоративная культура и другие. Готовились доклады, организовывались дискуссии и «круглые столы». Исследуя различные векторы организационного и регионального развития, студенты приходили к важному для себя выводу, что успех и эффективность любого объекта управления есть результат согласованных усилий высокопрофессиональных менеджеров. Такая совместная исследовательская работа студентов способствует не только формированию, но и закреплению многих требуемых стандартом обучения компетенций. Таким образом, включение студентов в научно-исследовательскую деятельность в рамках внутри и межкафедральных проектов является незаменимым способом формирования многих компетенций бакалавров менеджмента, особенно тех, для формирования которых аудиторные возможности не всегда достаточны.

Этап третий. Подведение итогов научно-исследовательской деятельности студентов за учебный год. Эффективность этого способа обусловлена публичностью его практического применения. Восемнадцатый год Ярославский филиал является организатором Всероссийской научно-практической конференции мо-

лодых ученых, аспирантов и студентов вузов и учреждений среднего профессионального образования «Молодежь. Образование. Экономика», которая создает условия для расширения возможностей эффективной самореализации молодежи, повышения уровня ее потенциала в целях достижения устойчивого социально-экономического развития, глобальной конкурентоспособности, национальной безопасности страны. Партнерами выступают: Агентство по делам молодежи Ярославской области и мэрии города Ярославля. Российский государственный академический театр драмы имени Федора Волкова, «Центр имени В.В. Терешковой» — многокомпонентное учреждение культуры, включающее в себя современный планетарий с трёхмерной компьютерной визуализацией; обсерваторию; экспозиционно-выставочный зал, познавательно-развлекательный комплекс с интерактивным классом, Музей современного искусства — новая интерактивная площадка для взаимодействия искусства и зрителя в г. Ярославле, которая предоставляет отличную возможность провести досуг с пользой и быть в курсе тенденций современного искусства.

Цель конференции — создание площадки молодежного взаимодействия по прикладным научным исследованиям и инновационным разработкам в приоритетных областях экономических, естественно-математических, гуманитарных, социальных и общественных наук. Эта цель достигается благодаря решению комплекса задач:

— привлечение студентов к научно-практической деятельности;

— укрепление разносторонних связей между органами государственной власти и студентами;

— стимулирование интереса молодежи к общественно-значимой деятельности;

— создание условий для реализации инновационного потенциала молодежи, обмена опытом в исследовательской работе и научных разработках.

Всего участниками мероприятия являются более 250 студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых из более чем 50 организаций высшего и средне-профессионального образования. Особенностью 2016 года явилось наличие экспертов из представителей власти, малого и среднего бизнеса, из числа работодателей, которые участвовали как в работе пленарного заседания, так и в работе секций, помогали оценить доклады студентов не только с научной, но и практической точек зрения. Такое сотрудничество вуза с экспертами и представителями бизнес-сообщества в работе секций зарекомендовало себя как положительное нововведение, которое необходимо развивать и использовать в дальнейшем. «Круглый стол» с работодателями во время конференции позволил сделать ее разноформатной и практико-ориентированной.

Традиционно в рамках конференции работали секции по следующим направлениям:

1. Актуальные проблемы менеджмента и маркетинга.
2. Экономика, финансы, бухгалтерский учет и анализ.
3. Роль математических и статистических методов в исследовании социально-экономического развития регионов.
4. Современные информационные технологии в экономической деятельности и образовании.
5. Роль гуманитарных, социальных и общественных наук в развитии социума.
6. Ethical Business.

В докладах были представлены результаты студенческих исследований теоретического и экспериментального характера. 27 студентов стали дипломантами I, II и III степени, из них — 10 студентов

Ярославского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова. Традиционно по итогам конференции готовится издание сборника статей. По итогам XVII Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь. Образование. Экономика» в сборник вошло более 160-ти статей, подготовленных участниками конференции по актуальным проблемам теории и практики менеджмента, маркетинга и инновационного развития регионов, развития мировой экономики, влияния гуманитарных и общественных наук на развитие социума, по современным информационным технологиям в экономической деятельности и образовании, роли математических и статистических методов в социально-экономическом развитии регионов, по проблемам бухгалтерского учета и финансов, по вопросам правового регулирования общественных отношений.

Доклады и статьи, представленные на конференции, по сути, являются показателем научно-исследовательской активности ее участников на протяжении учебного года, основную массу которых составляют именно студенты, а сама конференция воспринимается ими как отчетное мероприятие, где в течение нескольких минут, если доклад, или на нескольких страницах, если статья, нужно суметь показать свою успешность в овладении требуемым набором компетенций.

Исключительностью конференции 2017 года будет являться то, что она проводится в год 110-летнего юбилея РЭУ им. Г.В. Плеханова и имеет ряд отличительных особенностей. Целью конференции является содействие развитию потенциала молодежи в условиях сотрудничества и партнерского взаимодействия с органами исполнительной и законодательной власти Ярославской области, органами

местного самоуправления, общественными объединениями, учеными и представителями бизнес-сообщества для социально-экономического развития региона. Во-первых, участниками и почетными гостями конференции будут депутаты Областной и Государственной Думы, политики, эксперты, работодатели. Во-вторых, будут обсуждаться актуальные вопросы реализации молодежной политики, что создаст предпосылки для максимального вклада молодежи в социально-экономическое развитие региона. В-третьих, регламент работы конференции предполагает новый формат, а именно — панельные дискуссии, круглые столы, мастер-классы и др. Тем самым, филиал становится достойной площадкой для реализации приоритетных проектов РЭУ им. Г.В. Плеханова, развивая не только научно-образовательный потенциал молодежи, но и делая важный акцент на воспитании правового и гражданского сознания молодежи и получении ею навыков поведения в демократическом правовом обществе, в том числе навыков антикоррупционного и межнационального толерантного поведения.

Заключение

1. Каждый из выбранных инструментов для управления научно-исследовательской деятельностью, а именно: приобщение студентов к научно-исследовательской деятельности, понимание прикладных и теоретических аспектов, включение студентов в научно-исследовательскую деятельность в рамках внутри и межкафедральных проектов, подведение итогов научно-исследовательской деятельности студентов за учебный год, реализуя каждый свои задачи в отдельности, позволяет в совместном взаимодействии говорить о комплексе взаимодополняющих

мер по привлечению, включению и развитию студенческой научно исследовательской деятельности.

2. Различные возможности, имплицитно содержащиеся в каждом методе организации научно-исследовательской деятельности студентов, создают предпосылки для интеграции учебной и внеучебной деятельности, создавая тем самым условия для более качественного формирования требуемых компетенций. Так, участие в регулярно проводимом Международном конгрессе по маркетингу и туризму «Региональный маркетинг» дает возможность участия в круглых столах, секциях, общение с представителями бизнеса, власти, общественности, учеными. Участие с выступлением, публикацией на Всероссийской научно-практи-

ческой конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Молодежь. Образование. Экономика» дает возможность попробовать свои силы, представить имеющийся опыт. Индивидуальные консультации и студенческий научный кружок, межфакультетские и внутрифакультетские проекты дают иные возможности. Так, участие студентов в научно-исследовательской работе научило их разрабатывать план и определять оптимальные методы исследования; осуществлять поиск и работать с научной литературой; собирать, анализировать и обобщать научные факты, материал практики; теоретически прорабатывать исследуемую тему, аргументировать выводы, обосновывать предложения и рекомендации; оформлять результаты научной работы.

3. Вовлеченность в научно-исследовательскую работу, несомненно, способствовала повышению качества усвоения изучаемых дисциплин; развитию их творческого и аналитического мышления, расширению кругозора; выработке умения применять имеющиеся знания для получения новых знаний. Овладение основами научно-исследовательского труда, анализа различного рода явлений с использованием научных методик – это наше важное компетентностное приобретение, необходимое любому менеджеру для принятия управленческих решений. Написание курсовых и дипломных работ в этом контексте не эклектично, а является логическим продолжением и дополнением, создает основу для интеграции науки и практики.

Литература

1. Волков А.Е., Кузьминов Я.И., Реморенко И.М., Рудник Б.Л., Фрумин И.Д., Якобсон Л.И. Российское образование – 2020: модель образования для инновационной экономики. Материалы для обсуждения. // Вопросы образования. 2008. № 1. С. 32–64.

2. Алексанков А.М., Магер В.Е., Черненко Л.В., Черненко А.В. Обеспечение качества высшего образования. // Открытое образование. 2016. Т.20. № 4. С. 10–16.

3. ФГОС ВО (3+) 38.03.02 Менеджмент (09 февраля 2016 г. № 41028). Приказ Министерства образования и науки РФ от 12 января 2016 г. № 7 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент (уровень бакалавриата)» URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/380302.pdf> (дата обращения 15.01.2017).

4. Конькова О.М., Яшков А.Б. Формирование компетентностной модели выпускника современного вуза по экономическим специальностям. Монография. / О.М. Конькова, А.Б. Яшков, ЯФ МЭСИ. – Ярославль: «Еще не поздно!», 2011. – 140 с.

5. Архипова Н.И., Орел Т.Я., Седова О.Л. Профессиональные стандарты как инструмент повышения конкурентоспособности российских предприятий // Вестник РГГУ. Серия: Экономика, управление, право. 2014. – № 3(125). – С. 9–16.

References

1. Volkov A.E., Kuz'minov Ya.I., Remorenko I.M., Rudnik B.L., Frumin I.D., Yakobson L.I. Rossiyskoe obrazovanie - 2020: model' obrazovaniya dlya innovatsionnoy ekonomiki. Materialy dlya obsuzhdeniya. // Voprosy obrazovaniya. 2008. № 1. Pp. 32–64. (in Russ.)

2. Aleksankov A.M., Mager V.E., Chernen'kaya L.V., Chernen'kiy A.V. Obespechenie kachestva vysshego obrazovaniya. // Otkrytoe obrazovanie. 2016. T.20. № 4. Pp. 10–16. (in Russ.)

3. FGOS VO (3+) 38.03.02 Menedzhment (09 fevralya 2016 g. № 41028). Prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki RF ot 12 yanvarya 2016 g. N 7 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 38.03.02 Menedzhment (uroven' bakalavriata)» [Electronic resource]. Available at: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/380302.pdf> (Accessed: 15.01.2017). (in Russ.)

4. Kon'kova O.M., Yashkov A.B. Formirovanie kompetentnostnoy modeli vypusknika sovremennogo vuza po ekonomicheskim spetsial'nostyam. Monografiya. / O.M. Kon'kova, A.B. Yashkov, YaF MESI. – Yaroslavl': «Eshche ne pozdno!», 2011. – 140 P. (in Russ.)

5. Arkhipova N.I., Orel T.Ya., Sedova O.L. Professional'nye standarty kak instrument povysheniya konkurentosposobnosti rossiyskikh predpriyatiy // Vestnik RGGU. Seriya: Ekonomika, upravlenie, pravo. 2014. – № 3(125). – Pp. 9–16. (in Russ.)

6. Москина А.С., Суворова Т.В. Формирование, развитие и обеспечение защиты ключевых компетенций // Проблемы и перспективы развития образования в России. 2015. – №37. – С. 110–114.
7. Шенников С.А. Дидактика современного бизнес-образования // Бизнес-образование: проблемы и возможности, Бизнес-образование. 2011. № 1(30). С. 86–94.
8. Шенников С.А., Семенова О.К. Управление знаниями: инновационная роль бизнес-образования. // Система обеспечения качества в дистанционном образовании. Жуковский: МИМ ЛИНК, 2008. С. 23–28.
9. Жуковская И.Е. Инновационные аспекты совершенствования управленческих процессов в высшем учебном заведении на основе применения современных информационно-коммуникационных технологий. // Открытое образование. 2016. Т. 20. № 4. С. 17–22.
10. Kamalova L.A., Raykova E. The Quality and Criteria of Evaluation of Educational Work at the Universities of Russia at the Contemporary Stage. IEJME – Mathematics Education. 2016. № 11 (1). P. 71–79. 20.
11. Simonova M.V., Ilyukhina L.A., Romantsev G.M., Zeer E.F., Khamatnurov F.T. Approaches to Monitoring of Competences and Qualifications. IEJME – Mathematics Education. 2016. № 11 (7). P. 2745–2760.
12. Masakure O. Education and entrepreneurship in Canada: evidence from (repeated) cross-sectional data. Education Economics. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/09645292.2014.891003>
13. Teacher Education and Pedagogy. Theory, policy and practice. The Cambridge Teacher series Edited by Michael Evans Printed in the United Kingdom by Printondemand-worldwide. Peterborough, 2013. Available at: http://education.cambridge.org/media/645645/teacher_education_and_pedagogy_theory_policy_and_practice.pdf (Accessed 16 December 2016).
14. Бережная М.С. Управление способностями и талантами в процессе создания креативной интеллектуальной образовательной среды. // Управленческие науки в современной России. 2014. Т. 1. № 1. С. 396–403.
15. Бережная М.С. Креативная интеллектуальная среда в гуманитарном образовании: основания формирования. // Педагогика искусства. 2013. № 2. С. 67–74.
16. Акмеология. Учебное пособие // А. Деркач, В. Зазыкин. СПб.: Питер. 2003. 256 с.
17. Конькова О.М., Райхлина А.В. Развитие предпринимательских компетенций молодежи как способ повышения качества кадрового резерва для предприятий региона. // Менеджмент в России и за рубежом. 2016. № 2. – С. 136–141.
18. Серафимович И.В. К вопросу о содействии профессионализации студентов в эконо-
6. Moskina A.S., Suvorova T.V. Formirovanie, razvitie i obespechenie zashchity klyuchevykh kompetentsiy // Problemy i perspektivy razvitiya obrazovaniya v Rossii. 2015. - №37. - Pp. 110-114. (in Russ.)
7. Shchennikov S.A. Didaktika sovremennogo biznes-obrazovaniya // Biznes-obrazovanie: problemy i vozmozhnosti, Biznes-obrazovanie. 2011. № 1(30). Pp. 86–94. (in Russ.)
8. Shchennikov S.A., Semenova O.K. Upravlenie znaniyami: innovatsionnaya rol' biznes-obrazovaniya. // Sistema obespecheniya kachestva v distantsionnom obrazovanii. Zhukovskiy: MIM LINK, 2008. Pp. 23–28. (in Russ.)
9. Zhukovskaya I.E. Innovatsionnye aspekty sovershenstvovaniya upravlencheskikh protsessov v vysshem uchebnoy zavedenii na osnove primeneniya sovremennykh informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy. // Otkrytoe obrazovanie. 2016. T. 20. № 4. Pp. 17–22. (in Russ.)
10. Kamalova L. A., Raykova E. The Quality and Criteria of Evaluation of Educational Work at the Universities of Russia at the Contemporary Stage. IEJME – Mathematics Education. 2016. № 11 (1). Pp. 71–79. 20.
11. Simonova M.V., Ilyukhina L.A., Romantsev G. M., Zeer E.F., Khamatnurov F.T. Approaches to Monitoring of Competences and Qualifications. IEJME – Mathematics Education. 2016. № 11 (7). Pp. 2745–2760.
12. Masakure O. Education and entrepreneurship in Canada: evidence from (repeated) cross-sectional data. Education Economics. [Electronic resource]. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/09645292.2014.891003>
13. Teacher Education and Pedagogy. Theory, policy and practice. The Cambridge Teacher series Edited by Michael Evans Printed in the United Kingdom by Printondemand-worldwide. Peterborough, 2013. [Electronic resource]. Available at: http://education.cambridge.org/media/645645/teacher_education_and_pedagogy_theory_policy_and_practice.pdf (Accessed: 16 December 2016).
14. Berezhnaya M.S. Upravlenie sposobnostyami i talantami v protsesse sozdaniya kreativnoy intellektual'noy obrazovatel'noy sredy. // Upravlencheskie nauki v sovremennoy Rossii. 2014. T. 1. № 1. Pp. 396–403. (in Russ.)
15. Berezhnaya M.S. Kreativnaya intellektual'naya sreda v gumanitarnom obrazovanii: osnovaniya formirovaniya. // Pedagogika iskusstva. 2013. № 2. Pp. 67–74. (in Russ.)
16. Akmeologiya. Uchebnoe posobie // A. Derkach, V. Zazykin. SPb.: Piter. 2003. 256 P. (in Russ.)
17. Kon'kova O.M., Raykhлина A.V. Razvitie predprinimatel'skikh kompetentsiy molodezhi kak sposob povysheniya kachestva kadrovogo rezerva dlya predpriyatiy regiona. // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. 2016. № 2. – Pp. 136–141. (in Russ.)
18. Serafimovich I.V. K voprosu o sodeystvii professionalizatsii studentov v ekonomicheskom vuze

мическом вузе (сетевое взаимодействие, направленность на формирование компетенций). // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 37. С. 123–130. — URL: <http://e-koncept.ru/2016/56796.htm>.

19. *Серафимович И.В., Базанова Г.Ю.* Роль интеллектуальных и метакогнитивных особенностей для эффективной коммуникации студентов в процессе профессионализации. // European Social Science Journal. 2016. № 4. С. 507–521.

20. *Быкова Д.С., Серафимович И.В.* Содействие профессионализации: психолого-педагогический аспект в работе научного дискуссионного клуба «Talk Online». // Совершенствование системы высшего образования: опыт и перспективы: материалы VIII Междунар. учеб.-метод. конф. / под ред. А.Ю. Александрова, Е.Л. Николаева. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. С. 249–253.

(setevoe vzaimodeystvie, napravlennost' na formirovanie kompetentsiy). // Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Koncept». 2016. T. 37. Pp. 123–130. — [Electronic resource]. Available at: <http://e-koncept.ru/2016/56796.htm>. (in Russ.)

19. *Serafimovich I. V., Bazanova G. Yu.* Rol' intellektual'nykh i metakognitivnykh osobennostey dlya effektivnoy kommunikatsii studentov v protsesse professionalizatsii. // European Social Science Journal. 2016. № 4. Pp. 507–521. (in Russ.)

20. *Bykova D.S., Serafimovich I.V.* Sodeystvie professionalizatsii: psikhologo-pedagogicheskiy aspekt v rabote nauchnogo diskussionnogo kluba «Talk Online». // Covershenstvovanie sistemy vysshego obrazovaniya: opyt i perspektivy: materialy VIII Mezhdunar. ucheb.-metod. konf. / pod red. A.Yu. Aleksandrova, E.L. Nikolaeva. Cheboksary: Izd-vo Chuvash. un-ta, 2016. Pp. 249–253. (in Russ.)

Сведения об авторах

Ирина Владимировна Серафимович

Кандидат психологических наук,
доцент кафедры гуманитарных
и юридических дисциплин
Ярославский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова,
Ярославль, Россия
Эл.почта: ivserafimovich@rea-yar.ru

Ольга Михайловна Конькова

Кандидат социологических наук,
доцент кафедры менеджмента и маркетинга
Ярославский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова,
Ярославль, Россия
Эл.почта: kon_om@mail.ru

Information about the authors

Irina V. Serafimovich

Candidate of Psychological Sciences, Associate
Professor of the Department of Humanities and
Jurisprudence
Yaroslavl Branch of Plekhanov Russian University of
Economics, Yaroslavl, Russia
E-mail: ivserafimovich@rea-yar.ru

Olga M. Konkova

Candidate of Sociological Sciences, Associate
Professor of the Department of Management and
Marketing
Yaroslavl Branch of Plekhanov Russian University of
Economics, Yaroslavl, Russia
E-mail: kon_om@mail.ru

Подготовка ИТ-консультантов в разрезе проблематики отечественного консалтинга

Статья посвящена вопросам подготовки ИТ-консультантов в рамках магистерских программ в отечественных высших учебных заведениях. Рассматриваются основные проблемы ИТ-консалтинга (прежде всего, кадровая проблема) и способы их решения. Даются ответы на вопросы: Чему учить?, Как учить? и Как удержать консультанта?

Формулируются требования консалтинговых компаний к должности ИТ-консультанта.

В статье предлагается концепция магистерской программы подготовки ИТ-консультантов, базирующаяся на расширении соответствующих разделов высшего профессионального образования третьего поколения по направлению «Прикладная информатика». В рамках предложенной концепции выделяются объекты профессиональной деятельности ИТ-консультанта, формулируются основные компетенции, которыми должен обладать выпускник соответствующей специализации, предлагается схема взаимодействия, состав и структура учебных дисциплин программы. В общем разделе программы рассматриваются основы теории систем,

а также модели и методы моделирования бизнес-процессов и системного проектирования. Специальный раздел посвящен дисциплинам, собственно и формирующим требуемые компетенции.

Описана апробация предложенной концепции на занимавшихся подготовкой ИТ-консультантов кафедрах «Системного анализа и управления в области ИТ» и «Стратегического управления информационными системами» в МФТИ и ГУ-ВШЭ, соответственно, приводятся статистические данные по магистерским диссертациям выпускников.

В заключении сформулированы общие итоги апробации предложенной концепции и сделаны выводы по ее применимости для обучения студентов как инженерно-технической, так и экономической направленности, а также с различным уровнем предшествующей подготовки.

Ключевые слова: ИТ-консалтинг, стратегический консалтинг, продуктовый консалтинг, программа подготовки ИТ-консультантов.

Georgiy N. Kalyanov

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

It-consultant training in the context of issues of domestic consulting

The article proposes the concept of the master's program of training of IT-consultants based on the extension of the relevant sections of the higher professional education of the third generation in the direction of "Applied Informatics". Under the proposed concept features, a professional IT-consultant formulated the basic competencies that graduates of the relevant specialization should possess, the interaction scheme, the composition and structure of the academic disciplines of the program are presented. The general section of the program covers the basics of systems' theory, as well as models and methods for modeling business processes and system design. A special section is devoted to the disciplines actually make the required competence.

The approbation of the proposed concept for the departments "Sys-

tem Analysis and IT Management" and "Strategic Management of Information Systems" at Moscow Institute of Physics and Technology and Higher School of Economics, engaged in the preparation of IT consultants, is described; respectively, statistical data are given for master's theses of graduates.

The conclusion states the general results of the testing of the proposed concepts and conclusions on its applicability for teaching students both engineering and economic direction, and with different levels of previous training.

Keywords: IT-consulting, strategic consulting, product consulting, IT-consultant training.

1. Введение

Эффективное управление в настоящее время является ключевым требованием, предъявляемым к предприятиям со стороны рынка. Постоянные перемены (прежде всего в экономической среде) ведут к непрерывному поиску и совершенствованию стратегии и тактики ведения бизнеса. С другой стороны, в современных условиях невозможно достичь эффективности ведения бизнеса без использования

информационных технологий (ИТ), в свою очередь, бурно и интенсивно развивающихся именно под воздействием стоящих перед бизнесом стратегических и тактических задач.

Фактически, одновременно произошли две взаимно повлиявшие друг на друга революции — в бизнесе и в информационных технологиях, следствием которых стало резкое повышение востребованности услуг в области управленческого консалтинга [1], куда входит в качестве состав-

ной части и ИТ-консалтинг [2, 3, 12].

Несмотря на то, что на сегодняшний день в «Квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих» отсутствуют виды должностей, непосредственно отражающие ИТ-консалтинг, консалтинговые компании и системные интеграторы активно принимают на работу ИТ-консультантов. Должностные требования, как правило, следующие [4, 5]:

- высшее образование (техническое и/или экономическое);
- знание функциональности программных продуктов определенных классов, сферы их использования и методологии внедрения;
- знание бизнес-процессов предметной области и отраслевой специфики;
- владение инструментами моделирования бизнес-процессов;
- владение методиками ведения проектов;
- умение разрабатывать проектную и техническую документацию;
- знание английского языка;
- опыт работ или наличие законченных проектов;
- хорошие коммуникативные качества, способность к логическому мышлению, нацеленность на результат, высокая обучаемость, способность работы в команде, стрессоустойчивость и др.

Для обеспечения потребностей рынка отечественные ВУЗы должны обеспечить подготовку ИТ-консультантов. Подходы и способы решения данной задачи кратко рассматриваются в настоящей статье.

2. Проблемы отечественного ИТ-консалтинга

Рынок отечественного ИТ-консалтинга начал формироваться в начале 90-х годов прошлого века. Безусловно, за прошедшие годы произошли качественные изменения, связанные как с изменением отношения к ИТ со стороны российских предприятий и организаций, так и с «созреванием» самих отечественных консалтинговых компаний. Наиболее существенными из таких изменений являются следующие [14]:

- появление устойчивого спроса на услуги ИТ-консультантов и, соответственно, понимания, что эти услуги обходятся не дешево;
- существенный рост образованности заказчиков в области ИТ;
- желание заказчика иметь комплексное решение и, соот-

ветственно, компанию — генерального подрядчика для его разработки;

- накопление опыта выполнения комплексных консалтинговых проектов («best practices») и его аккумуляции в рамках нескольких десятков консалтинговых компаний;
- фактическое признание заказчиком наличия этого опыта в качестве основного критерия выбора консультанта.

Однако, несмотря на перечисленные положительные тенденции, перед отечественным консалтингом стоит целый ряд серьезных нерешенных проблем, как унаследованных с начала формирования рынка, так и возникших в процессе его формирования.

Ключевой проблемой, безусловно, является проблема кадровая, вызывающая наибольшую обеспокоенность крупных консалтинговых компаний. Здесь важны три вопроса: *Чему учить? Как учить? и Как удержат консультанта?*

На первый вопрос ответ по существу уже дан в рамках следующих деятельностей [14]:

- разработка образовательных стандартов, включающих требования к соответствующим компетенциям;
- создание соответствующих программ и дисциплин в рамках традиционного ВУЗовского процесса;
- разработка специализированных магистерских программ и формирование в ВУЗах выпускающих кафедр на их основе;
- создание базовых кафедр консалтинговых компаний в ВУЗах.

Фактически для ИТ-консалтинга одной из наиболее близких специальностей является «Прикладная информатика» (или созданная на ее основе «Бизнес-информатика»). Отличие заключается в том, что при подготовке ИТ-консультанта большое внимание должно уделяться фундаментальной теоретической подготовке, а также выработке умений и навыков обследования, описания и оценки объектов

предметной области, разработке рекомендаций по решению имеющихся проблем.

Таким образом, базовая площадка для подготовки специалиста по ИТ-консалтингу заложена в стандарте обучения специальности (направления) «Прикладная информатика». Речь может идти о дополнительной подготовке в виде дисциплин по выбору ВУЗа и дисциплин специализации, а также по магистерским программам. Например, в работе [6] предлагается блок дисциплин, включающий такие темы, как:

- теория систем и системный анализ,
- основы теории управления,
- структурный системный анализ,
- объектно-ориентированный анализ,
- исследование предметной области,
- исследование систем управления,
- методики анализа проблемных объектов,
- методы инжиниринга/реинжиниринга объектов предметной области,
- проектирование информационных систем,
- управление ИТ-проектами,
- маркетинговые исследования.

В качестве примеров магистерских программ по подготовке ИТ-консультантов можно привести следующие [13]:

- магистерская программа «Стратегическое управление информационными системами» для направления 080700.68 «Бизнес-информатика» подготовки магистров, поставленная в 2004 году одноименной кафедрой факультета бизнес-информатики ГУ-ВШЭ;
- магистерская программа «Системный анализ и управление информационными системами» для направления 220100.68 «Системный анализ и управление» подготовки магистров, поставленная в 2007 году кафедрой системного анализа и управления в области информационных технологий факультета информационных бизнес-систем МФТИ.

Ответ на второй вопрос связан со сменой парадигм учения при переходе от индустриального к постиндустриальному обществу, в частности [7]:

- в части ценностей — от учения для общественного производства к учению для самореализации и личной карьеры;

- в части мотивов — от учения как обязанности к заинтересованности в учении и удовольствии от достигнутых результатов;

- в части целей — от направленности учения на приобретение научных знаний к направленности на овладение компетенциями, а также от учения в молодости для «запаса на всю жизнь» к учению в течение всей жизни;

- в части форм и методов — от авторитарных к демократическим методам, от стабильных структуры дисциплин и формы организации учебного процесса к динамичным структуре и форме, от акцента на аудиторные занятия к акценту на самостоятельную работу и т.д.

Третий вопрос связан с формированием нового типа работника — высокообразованного, более независимого, более изобретательного. Для такого «интеллектуально-служащего» [8] (а к ним, в первую очередь, относятся консультанты) существенно меняются приоритеты:

- не важно, где работать —

важна хорошая зарплата и интересная работа;

- не наниматель, а служащий может диктовать условия при приеме на работу;

- требования к снижению контроля, чтобы выполнять работу так, как он считает нужным;

- работа как способ приобретения жизненных средств (как внешняя деятельность по отношению к жизни).

Второй проблемой российских компаний (за исключением нескольких крупнейших) является невозможность получить крупный проект в связи со сложившимся разделом рынка (см. таблицу 1) и фактической недоступностью смены соответствующей ниши.

Третья проблема — методологическая. Разработанные и апробированные в течение последнего десятилетия методологии и методики уже не устраивают заказчика из-за отсутствия научной основы. Формируемые предложения в лучшем случае базируются на соображениях здравого смысла, отсутствуют какие-либо метрики или критерии их обоснования. Классический пример — предлагаемая консультантом модель «to be», «оптимальность» которой никаким образом не обосновывается (а почему должно быть именно так, а не иначе?). Но современного заказчика такая ситуация уже не устраивает. Все чаще в

техническое задание в явном виде включается требование о применении формальных методов при решении определенных задач. А обращение к академическому институту за экспертизой или научным руководством проектом стало нормой (по крайней мере, у крупных бюджетных заказчиков).

До сих пор существуют и морально-этические проблемы во взаимоотношениях консультанта с заказчиком, и, прежде всего, это относится к консалтинговым компаниям, которые никогда публично не признают своих ошибок и недоработок, а явные провалы объясняют неготовностью заказчика к выполнению определенного вида работ.

Актуальной остается и проблема соблюдения сроков. По-прежнему к консультанту часто обращаются, когда понимают, что проект не идет в нужном направлении. Естественно на выработку результатов, которые нужны были еще вчера, выделяется минимальное время. И хотя обе стороны понимают, что за такой короткий срок невозможно получение требуемого результата, контракт, тем не менее, заключается.

3. Концепция магистерской программы подготовки ИТ-консультантов

Как отмечалось выше, формальные квалификационные требования к специалистам в области ИТ-консалтинга в настоящее время отсутствуют. В то же время, существующие профессиональные стандарты в области информационных технологий [9] в рамках перечня умений, навыков и знаний включают значительное число умений, навыков и знаний, требуемых для выполнения должностных обязанностей ИТ-консультантом. Так, например, профессиональный стандарт «Системный аналитик» во многом покрывает задачи стратегического ИТ-консалтинга [2], в меньшей степени это от-

Таблица 1

Сравнительная характеристика проектов

Общая стоимость	Стоимость консалтинга	Заказчик	Исполнитель
от \$1-2 млн. и до нескольких десятков млн. долларов	от \$200-300 тыс. до \$1-2 млн.	промышленные гиганты, транснациональные сырьевые и финансовые структуры с оборотами от нескольких сотен миллионов до миллиарда долларов в год	западная компания (напрямую)
порядка \$1 млн.	\$100-200 тыс.	предприятия торговли, сферы услуг, банковской сферы, машиностроительные предприятия с годовым оборотом от \$15-20 млн. до \$100-150 млн.	западная компания (через авторизованных партнеров)
\$50-300 тыс.	\$10-50 тыс.	слой предприятий-с оборотом до \$10 млн. (средней руки машиностроительное предприятие, пищевой комбинат или швейная фабрика)	российская компания

носится к профессиональному стандарту «Специалист по информационным системам» касательно задач продуктового ИТ-консалтинга [3]. В гораздо большей степени квалификационные требования к ИТ-консультанту отражены в федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) высшего профессионального образования третьего поколения по направлению «Прикладная информатика» [10]. Данный вывод был сделан на основании детального анализа и установления соответствия характеристик трудовых функций из профессиональных стандартов и компетенций из ФГОС, выраженных через знания, умения и навыки из рабочих программ соответствующих дисциплин с использованием концептуальной информационно-логической модели, предложенной в [11].

Современные магистерские программы, ориентированные на ИТ-консалтинг, предполагают подготовку специалистов, обладающих фундаментальной теоретической подготовкой, умениями и навыками обследования, описания и оценки объектов предметной области, разработки рекомендаций по решению имеющихся проблем. Объектами профессиональной деятельности таких специалистов являются [4, 5]:

- информационные системы и технологии;
- архитектуры организаций и функциональные модели предметной области;
- функциональные и информационные системные модели;
- ИТ-процессы;
- ИТ-проекты.

Преподавание соответствующих дисциплин опирается на набор компетенций, которыми должен обладать выпускник соответствующей специализации (укрупнено):

- владеть специфическими методами консалтинговой профессии;
- обладать навыками установления отношений [5];
- владеть комплексом методов, применяемых при работе

в рабочей группе ИТ-проекта, уметь их подбирать под конкретную задачу, условия и ограничения;

- обладать знанием предметной области и отраслевой специфики;
- владеть методиками управления ИТ-проектом, позволяющими жестко регламентировать фазы, этапы и шаги проведения работ, четко формулировать их результаты;
- иметь личностные характеристики, соответствующие требованиям профессии консультанта.

В общем случае схема взаимодействия учебных дисциплин выглядит следующим образом (рис. 1). В общем разделе рассматриваются основы теории систем, а также модели и методы моделирования бизнес-процессов и системного проектирования. Ядром специализации являются теория управления организационными системами (прежде всего, модели, методы и механизмы управления и принятия решений в организационных системах) и теория управления информационными системами (формальные грамматики и языки, параллельные процессы, методы тестирования компьютерных программ, методы оптимизации компьютерных программ, методы поддержки

принятия решений, методы управления знаниями и др.), а также формальные методы поддержки ИТ-консалтинга (базирующиеся на ориентации в сторону организационных и информационных процессов результатов вышеперечисленных научных направлений).

Специальный раздел посвящен дисциплинам, собственно и формирующим перечисленные выше компетенции. В частности на рис. 1 приведен перечень специальных дисциплин кафедры стратегического управления информационными системами факультета бизнес-информатики ГУ ВШЭ, осуществлявшей подготовку ИТ-консультантов (ориентированных на стратегический ИТ-консалтинг) по магистерской программе 080500.68 («Бизнес-информатика»).

Достижение перечисленных компетенций обеспечивается следующим набором специальных дисциплин [3]:

1) *Системная диагностика организации* — цели и задачи системной диагностики, степень соответствия информационных систем бизнес-целям, бизнес-процессам и информационным потребностям организации, методы проведения диагностики, обработка результатов и анализ пробелов, оценка квалификации персонала, оценка деятельности

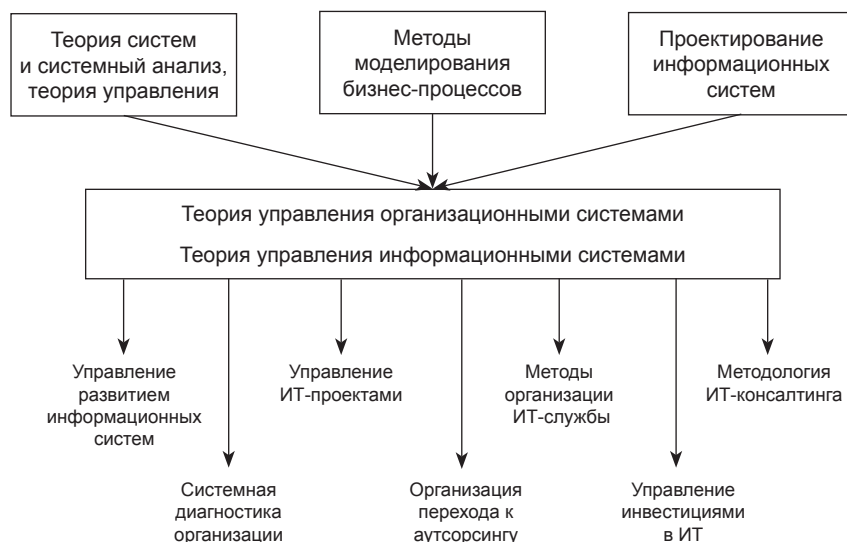


Рис. 1 Система специальных дисциплин при подготовке ИТ-специалистов

службы ИТ, структура и содержание итогового отчета.

2) *Управление развитием информационных систем* — разработка стратегий развития ИС, определение роли информационных технологий в развитии бизнеса и организации управления, экономические параметры текущего состояния информатизации, анализ существующих планов развития и предлагаемых проектов в аспекте их соответствия информационным потребностям, стратегии развития бизнеса и организации управления, анализ проблемных областей, идентификация и детализация основных направлений развития информатизации, портфель инвестиционных проектов по развитию информатизации и регистр ожидаемых результатов от его реализации, оценки необходимых ресурсов, организационная модель развития информационных технологий.

3) *Организация службы информационных технологий* — роль современной ИТ-службы в деятельности организаций, функции ИТ-службы и модели ее организационных структур, внутренние регламенты и регламенты взаимодействия с основными бизнес-подразделениями и руководством, стратегический комитет по ИТ.

4) *Управление инвестициями в ИТ* — концепция реализации стратегии через проекты, сущность инвестирования как процесса, классификация инвестиционных ИТ-проектов, общие положения оценки эффективности инвестиционных проектов, модель денежных потоков ИТ-проекта, методология и методы их оценки.

5) *Методологии и практика ИТ-консалтинга* — определение и виды ИТ-консалтинга, построение отношений ИТ-консультанта с предприятием-клиентом, роли и обязанности ИТ-консультантов, методы ИТ-консалтинга, организация консалтингового проекта в сфере ИТ, процесс решения проблем, формы представления результатов, анализ примеров проектов ИТ-консалтинга по его видам, критерии

оценки качества выполнения проектов, типичные ошибки консультантов, особенности выполнения комплексных консалтинговых проектов.

6) *Организация перехода к ИТ-аутсорсингу* — понятие и виды ИТ-аутсорсинга, этапы перехода к ИТ-аутсорсингу, принципы заключения аутсорсингового контракта, соглашение об уровне обслуживания, основные требования к поставщику аутсорсинговых услуг, совместное управление исполнением контракта, распределение ролей и сфер ответственности, примеры организационных структур управления, контроль обслуживания, администрирование исполнения контракта, процедуры выхода из ИТ-аутсорсинга.

7) *Управление ИТ-проектами* — основные положения дисциплины «Управление проектами», специфика ИТ-проектов, классификация ИТ-проектов, системы управления ИТ-проектами.

Другим примером реализации данной схемы являлась подготовка ИТ-консультантов в 2007–2015 г., которая велась на базовой кафедре компании ИБС в МФТИ (кафедра системного анализа и управления информационными технологиями факультета информационных бизнес систем в 2007–2012 г. и факультета радиотехники и кибернетики в 2012–2015 г.) по направлению 220100.68 «Системный анализ и управление» (программа магистерской подготовки «Системный анализ и управление информационными системами»). Следует отметить, что, в отличие от вышеописанной программы, данная программа была ориентирована на подготовку специалистов как стратегического, так и продуктового ИТ-консалтинга. Учебный план включал следующие ключевые дисциплины [5]:

- методологии ИТ-консалтинга;
- системная инженерия;
- архитектура предприятия;
- моделирование бизнес-процессов и систем;
- методы многокритериальной оптимизации;

- технологии управления знаниями;
- управление качеством;
- управление проектами в современной компании;
- экономика информационных систем;
- бизнес-процессы современного предприятия;
- спецглавы ИТ (сетевые технологии, системы хранения данных, информационная безопасность и др.);
- системы автоматизации предприятий;
- модели и методы внедрения бизнес-приложений.

Содержательно перечисленные дисциплины в комплексе соответствуют дисциплинам программы ГУ ВШЭ, за исключением дополнительных дисциплин для подготовки специалистов в области продуктового консалтинга (бизнес-процессы современного предприятия, модели и методы внедрения бизнес-приложений), а также дисциплин, ликвидирующих пробелы в области ИТ у студентов не технических специальностей. Дисциплина «Бизнес-процессы современного предприятия» являлась вариативной и была ориентирована на углубленное изучение отдельных деятельностей современного предприятия, в частности, она содержала альтернативные модули «Логистика и управление цепями поставок», «Бизнес-процессы предприятия в области учета и налогообложения» и др. Дисциплина «Модели и методы внедрения бизнес-приложений» посвящена внедряемым компанией решениям (например, «Решения SAP для автоматизации ключевых бизнес-процессов»), включала общую («Методология ведения проектов внедрения SAP ERP») и вариативную («Модуль FI/CO/CD/MM») части, ориентированные на углубленное изучение отдельных модулей системы, автоматизирующих соответствующие деятельности дисциплины «Бизнес-процессы современного предприятия».

Особо следует отметить теоретические дисциплины «Методы многокритериальной оптимизации» и «Технологии

Таблица 2

**Результативность защит магистерских диссертаций,
выполненных на базовой кафедре**

	Всего студентов	86
1.	Принято к защите магистерских диссертаций	81
2.	Защищено магистерских диссертаций	79
3.	Получены следующие оценки:	
	«отлично»	48
	«хорошо»	27
	«удовлетворительно»	2
	«неудовлетворительно»	2
4.	Количество магистерских диссертаций, выполненных:	
	по темам, предложенным студентами	3
	по заявкам предприятий, в том числе, в области — фундаментальных исследований	9
	— поисковых исследований	67
5.	Количество магистерских диссертаций, рекомендованных:	
	к публикации в журналах из списка ВАК	2
	к внедрению	34
	внедренных	8
6.	Количество публикаций	61
7.	Количество дипломов с отличием	11
8.	Рекомендовано к поступлению в аспирантуру	15

управления знаниями», позволившие обеспечить качество магистерских диссертаций, соответствующее уровню МФТИ. Первая дисциплина имела целью формирование у магистрантов понимания о возможности и целесообразности использования математических моделей для повышения эффективности функционирования предприятий и включала следующие модули: введение в теорию управления организационными

системами, мотивационное управление в организационных системах, механизмы планирования в задачах управления организационными системами, методы управления сетевыми и иерархическими организационными системами. Вторая была посвящена изучению теоретических основ современных систем управления знаниями, получению знаний и умений по систематизации, классификации и обработке различных

видов данных о предметной области и ИС.

В табл. 2 приведены итоги защит магистерских диссертаций, выполненных на базовой кафедре в 2007–2015 г.

4. Заключение

Апробацию представленной в настоящей статье концепции подготовки ИТ-консультантов можно считать успешной по следующим причинам:

Практически все 100% выпускников двух кафедр (более 250 магистров) успешно трудоустроились в ведущие российские консалтинговые компании, крупнейшие отечественные промышленные и финансовые учреждения.

Концепция убедительно продемонстрировала свою универсальность: с одной стороны, обучение проводилось в рамках ВУЗов как инженерно-технической, так и экономической направленности, с другой — в рамках различных типов кафедр — выпускающей и базовой.

Учебная программа позволила «привести к общему знаменателю» обучающихся с дипломами бакалавров ВУЗов различной направленности, а также студентов с различными уровнями образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура).

Литература

1. *Калянов Г.Н.* Консалтинг: от бизнес-стратегии к корпоративной информационно-управляющей системе (2-е изд.) // М.: Горячая линия — Телеком, 2011.
2. *Васильев Р.Б., Калянов Г.Н., Левочкина Г.А.* Направления стратегического ИТ-консалтинга // Автоматизация в промышленности, 2009, №11, с. 3–8.
3. *Калянов Г.Н., Левочкина Г.А.* Направления продуктового ИТ-консалтинга // Автоматизация в промышленности, 2010, №9, с. 40–44.
4. *Калянов Г.Н.* Подготовка группы аналитиков на предприятии // Автоматизация в промышленности, 2003, №7, с. 8–9.
5. *Калянов Г.Н., Левочкина Г.А.* Подготовка ИТ-консультантов в ВУЗах // Экономика, статистика и информатика, 2010, №6, с. 3–7.
6. *Качала В.В.* Подготовка специалистов по ИТ-консалтингу // Труды 2-й Российской науч-

References

1. *Kalyanov G.N.* Konsalting: ot biznes-strategii k korporativnoy informatsionno-upravlyayushchey sisteme (2 vol.) // M.: Goryachaya liniya — Telekom, 2011. (in Russ.)
2. *Vasil'ev R.B., Kalyanov G.N., Levochkina G.A.* Napravleniya strategicheskogo IT-konsaltinga // Avtomatizatsiya v promyshlennosti, 2009, №11, Pp. 3–8. (in Russ.)
3. *Kalyanov G.N., Levochkina G.A.* Napravleniya produktovogo IT-konsaltinga // Avtomatizatsiya v promyshlennosti, 2010, №9, Pp. 40–44. (in Russ.)
4. *Kalyanov G.N.* Podgotovka gruppy analitikov na predpriyatii // Avtomatizatsiya v promyshlennosti, 2003, №7, Pp. 8–9. (in Russ.)
5. *Kalyanov G.N., Levochkina G.A.* Podgotovka IT-konsul'tantov v VUZakh // Ekonomika, statistika i informatika, 2010, №6, Pp. 3–7. (in Russ.)
6. *Kachala V.V.* Podgotovka spetsialistov po IT-konsaltingu // Trudy 2-y Rossiyskoy nauchno-

но-методической конференции «Совершенствование подготовки ИТ-специалистов по направлению «Прикладная информатика» на основе инновационных технологий и E-learning». М.: 2006, с. 92–97.

7. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: СИНТЕГ, 2007.

8. Ильин Г.Л. Философия образования. – М.: Вузовская книга, 2002.

9. Профессиональные стандарты в области информационных технологий // М.: АП КИТ, 2008.

10. Тельнов Ю.Ф. Разработка государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования 3-го поколения по направлению «Прикладная информатика» на основе компетентностного подхода // Труды 2-й Российской научно-методической конференции «Совершенствование подготовки ИТ-специалистов по направлению «Прикладная информатика» на основе инновационных технологий и E-learning». М.: 2006, с. 165–175.

11. Гаспариан М.С., Лебедев С.А., Тельнов Ю.Ф. О взаимосвязи ФГОС и профессиональных стандартов // Статистика и экономика, 2016, № 4, с. 16–18.

12. Васильев Р.Б., Левочкина Г.А. Критические факторы успеха в ИТ-консалтинге // М.: ИНТУИТ, 2014.

13. Васильев Р.Б., Калянов Г.Н., Левочкина Г.А., Лукинова О.В. Стратегическое управление информационными системами // М.: БИНОМ, 2010.

14. Калянов Г.Н. Проблемы отечественного ИТ-консалтинга и подготовка ИТ-консультантов в ВУЗах // Труды 3 Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование». М.: 2008, с. 106–110.

metodicheskoy konferentsii «Sovershenstvovanie podgotovki IT-spetsialistov po napravleniyu «Prikladnaya informatika» na osnove innovatsionnykh tekhnologiy i E-learning». M.: 2006, Pp. 92–97. (in Russ.)

7. Novikov A.M., Novikov D.A. Metodologiya. – M.: SINTEG, 2007. (in Russ.)

8. Il'in G.L. Filosofiya obrazovaniya. – M.: Vuzovskaya kniga, 2002. (in Russ.)

9. Professional'nye standarty v oblasti informatsionnykh tekhnologiy // M.: AP KIT, 2008. (in Russ.)

10. Tel'nov Yu.F. Razrabotka gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego professional'nogo obrazovaniya 3-go pokoleniya po napravleniyu «Prikladnaya informatika» na osnove kompetentnostnogo podkhoda // Trudy 2-y Rossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Sovershenstvovanie podgotovki IT-spetsialistov po napravleniyu «Prikladnaya informatika» na osnove innovatsionnykh tekhnologiy i E-learning». M.: 2006, Pp. 165–175. (in Russ.)

11. Gasparian M.S., Lebedev S.A., Tel'nov Yu.F. O vzaimosvyazi FGOS i professional'nykh standartov // Statistika i ekonomika, 2016, № 4, Pp. 16–18. (in Russ.)

12. Vasil'ev R.B., Levochkina G.A. Kriticheskie faktory uspekha v IT-konsaltinge // M.: INTUIT, 2014. (in Russ.)

13. Vasil'ev R.B., Kalyanov G.N., Levochkina G.A., Lukinova O.V. Strategicheskoe upravlenie informatsionnymi sistemami // M.: BINOM, 2010. (in Russ.)

14. Kalyanov G.N. Problemy otechestvennogo IT-konsaltinga i podgotovka IT-konsul'tantov v VUZakh // Trudy 3 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovanie». M.: 2008, Pp. 106–110. (in Russ.)

Сведения об авторе

Георгий Николаевич Калянов

Доктор технических наук, профессор, Заведующий лабораторией
Институт проблем управления РАН, Москва, Россия
Эл.почта: Kalyanov@mail.ru

Information about the author

Georgiy N. Kalyanov

Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of Laboratory
Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
E-mail: Kalyanov@mail.ru

Модель компьютерного обучения с использованием электронного образовательного ресурса нового поколения

Цель работы: совершенствование научно-методической базы теории вариативного компьютерного обучения.

Методы: концептуально-логическое моделирование процесса вариативного компьютерного обучения с использованием электронного образовательного ресурса нового поколения и системный анализ взаимосвязи изучаемой предметной области, методов, дидактических подходов и средств информационно-коммуникационных технологий.

Результаты: разработана комплексная формализованная модель вариативного компьютерного обучения с использованием электронного образовательного ресурса нового поколения, условно декомпозированная на три базисных компонента: модель формализации курса в форме тезауруса-классификатора («Автор ресурса»), модель обучения как управления («Координация. Консультация. Контроль»), модель обучения с тезаурусом-классификатором («Студент»).

Модель «Автор ресурса» позволяет обучающему достичь полноты, высокой степени дидактической проработанности и структуризации изучаемого материала по тройкам вариантов: модулям учебной информации, практическим задачам и контрольным заданиям; результатом деятельности обучающего (автора ресурса) является тезаурус-классификатор. Модель обучения как управления базируется на принципе личностной ориентированности обучения в компьютерной среде и определяет логику взаимодействия, обучающего и обучаемого при определении тройки вариантов индивидуально для каждого студента; организацию диалога, обучающего и обучаемого с целью консультации; персональный контроль успехов студента (формирование отчета) и итерационный поиск концепта учебного задания в тезаурусе-классификаторе до приобретения требуемого уровня обучения. Модель «Студент» позволяет конкретизировать учебные задачи применительно к личности обучаемого и к достигнутому уровню обучения; предположение обучающего об уровне обученности конкретного студента

формируется с помощью отчетных данных модели обучения как управления.

Обоснованы теоретические положения вариативного компьютерного обучения, включая его основные задачи (обучающую, учебную и управляющую), а также порядок, формально-логические и программные средства разработки и наиболее важные требования к эффективному электронному образовательному ресурсу; показано, что формализация образовательных ресурсов возможна на основе структурно-математического подхода с использованием теоретико-множественных представлений, позволяющих на языке множеств и отображений между ними определить особенности процесса обучения и роли участников, а также получать «педагогическую диагностику» хода и результатов обучения, используя интеллектуальный потенциал каждого обучаемого как персонально, так и при занятиях в составе группы.

Приведен пример практической реализации модели вариативного компьютерного обучения с использованием электронного образовательного ресурса нового поколения.

Заключение: Разработанные теоретические положения и базисные компоненты модели вариативного компьютерного обучения с использованием электронного образовательного ресурса нового поколения позволяют обучающимся реализовать функциональное овладение знаниями, умениями и навыками на базе вариативного подхода, а также выбрать индивидуальный личностно-ориентированный способ поиска концепта («смысла») выполняемых заданий в процессе мотивированного обучения на основе использования формализованных сведений из тезауруса-классификатора электронного образовательного ресурса.

Ключевые слова: электронный образовательный ресурс, модель, математическая структура, тезаурус-классификатор, вариативное компьютерное обучение, варианты, формализация, координация.

Anatoliy V. Loban, Dmitriy A. Lovtsov

Russian State University of Justice, Moscow, Russia

Model of e-learning with electronic educational resources of new generation

Purpose of the article: improving of scientific and methodical base of the theory of the e-learning of variability.

Methods used: conceptual and logical modeling of the e-learning of variability process with electronic educational resource of new generation and system analysis of the interconnection of the studied subject area, methods, didactics approaches and information and communication technologies means.

Results: the formalization complex model of the e-learning of variability with electronic educational resource of new generation is developed, conditionally decomposed into three basic components: the formalization model of the course in the form of the thesaurus-classifier ("Author of e-resource"), the model of learning as management ("Coordination. Consultation. Control"), the learning model with the thesaurus-classifier ("Student").

Model "Author of e-resource" allows the student to achieve completeness, high degree of didactic elaboration and structuring of the studied material in triples of variants: modules of education

information, practical task and control tasks; the result of the student's (author's of e-resource) activity is the thesaurus-classifier. Model of learning as management is based on the principle of personal orientation of learning in computer environment and determines the logic of interaction between the lecturer and the student when determining the triple of variants individually for each student; organization of a dialogue between the lecturer and the student for consulting purposes; personal control of the student's success (report generation) and iterative search for the concept of the class assignment in the thesaurus-classifier before acquiring the required level of training.

Model "Student" makes it possible to concretize the learning tasks in relation to the personality of the student and to the training level achieved; the assumption of the lecturer about the level of training of a particular student is formed using the reporting data of model as management.

Theoretical provisions of variation e-learning, including its base tasks (teaching, learning, management), and also order, formal-

logical and program means of development and most important requirements for an effective electronic educational resource are grounded; it is shown that the formalization of educational resources is possible on the basis of the structural-mathematical approach using the set-theoretical representations, that allow defining the features of the educational process and the role of participants in the language of sets and mapping between them, and also to receive "pedagogical diagnostics" of the course and learning outcomes, using the intellectual potential of each trainee both personally and in the classroom.

An example of practical implementation of model of variation e-learning with electronic educational resource of new generation is given.

Conclusion: The developed theoretical provisions and basis components for the model of variation e-learning with electronic educational resource of new generation allow the student to realize functional mastering of knowledge, abilities and skills of trainees on the base of variation approach, and also to choose a personal student-centered way of "finding concept (meaning)" of the given tasks in the process of motivated learning based on formalized information thesaurus-classifier of electronic educational resource.

Keywords: electronic educational resources, model, mathematical structure, thesaurus-classifier, e-learning of variability, varieties, formalization, coordination.

Введение

Федеральный закон № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. «Об образовании в Российской Федерации» трактует информатизацию (внедрение информационных технологий) образования как организованный социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей и реализации прав граждан, организаций, общественных объединений на основе формирования и использования *информационных ресурсов*. Одним из таких продуктивных информационных ресурсов является электронный образовательный ресурс (ЭОР) нового поколения [1].

Педагогически эффективный ЭОР должен быть рассчитан на подготовку специалиста, способного к самостоятельной профессиональной деятельности, начиная с формирования у него стиля обучения, соответствующего его индивидуальности, и развития личностных характеристик, направленных на *саморазвитие* и творческое *самосовершенствование*. Осуществляя поиск концепта (смысла) в формализованных материалах ресурса, студент (обучаемый) реализует себя сам; «смысл нельзя дать, его нужно найти» [2].

В соответствии с рекомендациями акмеологии (междисциплинарная область знаний в системе наук о человеке, представляющая закономерности развития личности и профес-

сионализма под влиянием самоопределения, жизненного опыта, социального окружения и образования [3]) образовательный процесс должен быть организован таким образом, чтобы студент, используя ЭОР, имел возможность *самостоятельно добывать знания*, проводить исследования, создавать нечто новое, стать активным субъектом обучения, для которого «научение» (адаптивное изменение поведения, обусловленное индивидуальным опытом) пользованию логическими и образно-интуитивными методами мышления, адекватного природе мозга, при решении разнообразных задач раскрывает потенциал личности.

Известны многочисленные примеры замены «бумажных» учебных курсов ЭОР, созданных различными способами и средствами разработки, в которых диалектика взаимодействия формы и содержания позволяет добиться лучшего качества обучения по отдельным темам (вопросам). Однако до сих пор остается *актуальной* задача подготовки обучающего материала для ресурсов, инвариантных к проблемной области изучаемой дисциплины, с возможностями по наращиванию функционала, масштабированности, использованию современных сетей в компьютерных образовательных средах [4]. Решать задачу предлагается на основе интегративного подхода с обязательным учетом *координации* [5, 6] познавательной и учебной деятельности в компьютерных средах, ведения

консультативного диалога [7] между обучающим и обучаемым, уровня усвоения знаний, формирования содержательного отчета для *контроля* [8] и др.

При разработке ЭОР следует [1, 4, 9] первоначально разработать его структуру, порядок следования материала, вид навигации по модулям, сделать выбор основного и дополнительных вариативов для тематических информационных модулей (*И*), практических заданий (*П*) и контрольных упражнений (*К*).

Обычно структура и порядок следования повторяют оглавление традиционного («бумажного») издания. В качестве компьютерного *средства* обучения можно использовать программу *eAuthor*, подробно рассмотренную в [1, 4]. Программное средство *eAuthor* относится по зарубежной классификации к классу «*CBT*» (*Computer Based Training* – обучение на базе компьютера), доступно любому заинтересованному пользователю и позволяет создавать рациональные ЭОР с постепенным наращиванием их «мощности». То есть вначале это будет переход от бумажного учебника к электронному, затем усиление интерактивными вопросами для самопроверки, потом тестирование по линейной схеме за тему (раздел) и, наконец, переход к разветвленному алгоритму анализа ситуации и поиска решения профильных задач.

Вид навигации в программе *eAuthor* определяется типом и стилем публикации проекта. Первая версия электронного

ресурса обычно не содержит вариативов, в связи с чем, уточнение структуры и порядка выбора дополнительных компонентов можно отложить на будущее развитие ЭОР.

Функциональные возможности применения ЭОР в значительной степени определяются их дидактическими свойствами, возможностями представления материалов (текст, графика, анимация, аудио, видео и др.) средствами мультимедиа, применением компьютерного моделирования для исследования сложных многомерных объектов, а также автоматизацией различных видов работ. ЭОР являются продуктом, создаваемым на основе знаний о предметной области с использованием методов, дидактических подходов и средств информационно-коммуникационных технологий [4–6].

Наиболее важные требования к эффективному ЭОР:

- представленный материал должен быть дидактически полным, с декомпозицией на модули (теория, практика, тестирование) по темам;
- должна быть реализована система поиска, работа с глоссарием, возможность использования справочных материалов, онтологий и др.;
- практические и контрольные задания должны учитывать уровень усвоения материала обучаемым: описательный, объяснительный, креативный;
- должен содержать справочную систему по работе с управляющими элементами;
- должна быть предусмотрена возможность модификации компонентов.

Формируемый в результате публикации ЭОР будет соответствовать современному научно-техническому уровню и международным стандартам. Это положительная особенность особенно актуальна в аспекте создания коллекций вариативов в рамках проекта

Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР), который направлен на распространение электронных образовательных ресурсов и сервисов для всех уровней и ступеней образования (см. сайт <http://fcior.edu.ru>). Так в сервисе ФЦИОР «Каталог электронных образовательных ресурсов», представляющем собой хранилище электронно-образовательных модулей, которые могут быть использованы как в учебном процессе, так и для самообразования, на сегодня зафиксировано более 10 000 различных ресурсов.

Несмотря на очевидные успехи ФЦИОР, задача разработки способов использования ЭОР нового поколения при компьютерном обучении, учитывающих рекомендации *акмеологии* и *ноосферного* подхода [3] в образовательных средах остается актуальной. Решать эту задачу предлагается на основе формализации образовательных ресурсов с использованием теоретико-множественных представлений, позволяющих на языке множеств и отображений между ними определить особенности процесса обучения и роли участников, а также получать «педагогическую диагностику» хода и результатов обучения, используя интеллектуальный потенциал каждого обучаемого как персонально, так и при занятиях в составе группы.

1. Формализация модели компьютерного обучения

В последние годы появились публикации, в которых делается попытка теоретически обосновать *компьютерное обучение* как образ новой системы взглядов, совокупность некой интегрированной области теорий, использующих информационные, коммуникационные и педагогические технологии [10]. По мере внедрения программных средств обучения (от

простейших до современных коммерческих продуктов) все более рельефна роль *комплексирования* базисных положений различных наук: философии, педагогики, психологии, акмеологии, экологии, социологии, аксиологии др. Сегодня также очевидно, что без учета формально-логического аппарата теории алгоритмов, классификации, формализации, управления, подготовки и передачи данных, эргономики и др. не обойтись. В частности, непосредственно для рассматриваемой сложной области проектирования эффективных ЭОР наиболее актуальны положения следующих научных теорий:

- разработки компьютерных средств обучения и контроля;
- формализации обучающего материала (классификаторов электронных ресурсов);
- координации, консультации и контроля за деятельностью обучаемых;
- психолого-педагогической деятельности личности (как обучающего, так и обучаемого) от овладения концептом предмета до творчества нового и др.

Выдающийся психолог А.Н. Леонтьев, рассматривая развитие деятельности личности, отмечал, что все начинается с *овладения концептом предмета*, предметной деятельности [11]. Следующий шаг познания связан с многократной *коррекцией первичного представления* на основе дополнительного анализа сведений об изучаемом объекте, а процесс решения задач состоит в целенаправленном преобразовании исходного материала в *образы* символов (знаков), совершающихся в уме личности. Проблема того, как предметные действия становятся «умственными», постоянно исследуется в психологии.

Для общей теории разработки компьютерных средств обучения и контроля в [1] авторами предложена модель ЭОР

нового поколения с использованием теоретико-множественных представлений. Как показала практика [4] инженерная разработка комплекса *eAuthor* для большинства функций удовлетворяет требованиям, предъявляемым к программам компьютерного обучения, и согласуется с предложенной моделью. Можно использовать такой подход к другим актуальным компонентам теории с целью формализации общей модели компьютерной технологии обучения.

Известный психолог Е.И. Машбиц считал, что технология обучения это проекция психологической теории обучения на практику обучения [7]. Компьютерное обучение с психологической точки зрения сочетает три вида деятельности: собственно, обучающую, учебную и управляющую. Субъекты этих деятельностей решают различные задачи:

обучающий — дидактические (иерархически упорядочить и формализовать материал учебного курса, разработать практические и контрольные задания с учетом уровня освоения и др.);

обучаемый — учебные (изучить материал курса, осуществить итеративный поиск концепта учебных заданий, предложенных вариативов, выполнить учебные задачи с мотивацией на креативные решения и др.);

обучающий в диалоге с обучаемым — управление процессом обучения с целью создания индивидуального поступательного механизма обучения.

Анализ информационных множеств параметров-признаков, группы которых используются при изучении текущего модуля темы учебного курса, и взаимосвязей отображений (преобразований) между ними позволил обосновать обобщенную формализованную модель вариативного обучения, условно декомпозированную на три компонента (рис. 1):

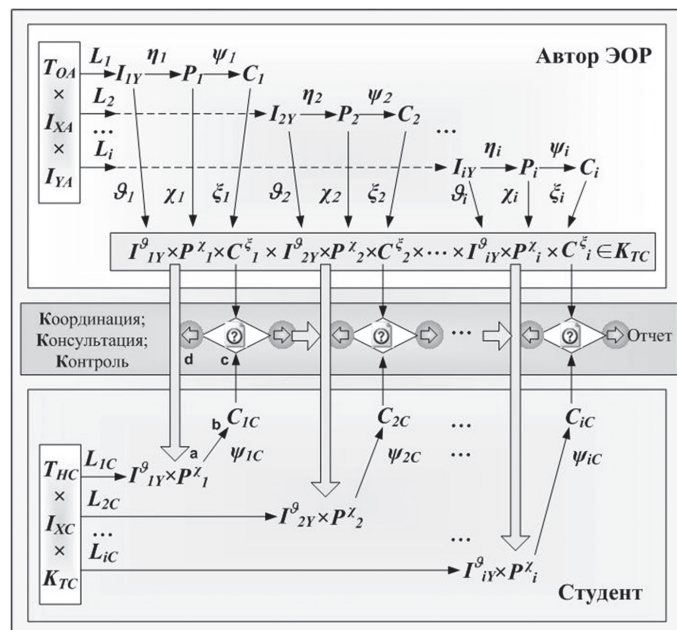


Рис. 1. Формализованная модель вариативного обучения

модель формализации курса в форме тезауруса-классификатора («Автор ЭОР»);

модель обучения как управления («Координация. Консультация. Контроль»);

модель обучения с тезаурусом-классификатором («Студент»).

Первая модель «Автор ЭОР» позволяет автору ресурса достичь полноты, степени дидактической проработанности и структуризации изучаемого материала по модулям учебной информации (*I*), практическим задачам (*P*) и контрольным заданиям (*C*). Результатом деятельности обучающего (автора ресурса) является тезаурус-классификатор (K_{TC}) [1, 4].

Модель обучения как управления базируется на *принципе личностной ориентированности* обучения в компьютерной среде. Модель определяет логику взаимодействия обучающего и обучаемого при определении тройки вариативов ($\langle I, P, C \rangle$) изучаемого модуля индивидуально для каждого студента; организацию диалога обучающего и обучаемого с целью консультации; персональный контроль успехов студента (формирование отчета) и итерационный

поиск концепта учебного задания в K_{TC} до приобретения требуемого уровня обучения. По современным взглядам специалистов — психологов и педагогов уровни обучения в образовательных стандартах тесно связаны с функциями научного знания, среди которых выделяют описательные (*descriptive*), объяснительные (*explanatory*) и предсказательные (*predictive*) [12]. Логично потребовать, чтобы тройки вариативов ($\langle I, P, C \rangle$) формировались в K_{TC} с учетом уровней обучения для справедливой классификации результатов обучения каждого обучаемого.

Реализовать принцип личностной ориентированности обучения в компьютерной среде невозможно без специальной *базы данных*, содержащей сведения о студентах обучаемого контингента в конкретном семестре. Фрагмент таблицы основных характеристик обучаемых (рис. 2) показан для одного модуля с заранее запланированными вариативами ($\langle I, P, C \rangle$). Для других модулей, например, в рамках офисного приложения *Excel*, можно использовать механизм связывания листов. В столбцах «Обучение — Научение (уров-

Сведения о студентах							
Индекс студента в группе	Ф.И.О. студента	Модуль 01			Обучение - Научение (уровни)		
		Вариатив			Описательный (узнаваемый)	Объяснительный (репродуктивный)	Предсказательный (продуктивный)
		И	П	К			
A12-01	Иванов Петр Сидорович	01	01 02	01 02	" + "	" + ", " + "	" - ", " - "
...							

Рис. 2. Пример фрагмента таблицы основных характеристик обучаемых для разработки компьютерной технологии обучения

ни» фиксируются успехи в выполнении учебных заданий.

Модель обучения с тезаурусом-классификатором («Студент») предполагается использовать непосредственно в процессе решения учебных задач. Распределенное хранение сведений K_{TC} обеспечивает доступ к формализованным знаниям именно в той части, которая в индивидуальном порядке требуется обучаемому. Студент получает задание по изучаемому модулю (см. рис. 1) в виде тройки вариативов (точка a). Далее следуют этапы действий от обучения на самом низком уровне узнавания до *научения* на уровне творчества. Как отмечал известный педагог Беспалько В.П. процесс «восхождения» при усвоении материала можно разделить на уровни: ученический; репродуктивный; алгоритмический; продуктивный; эвристический; продуктивный творческий [13].

Получив задание на уровне узнавания обучаемый выполняет поиск концепта в K_{TC} , оценивает и формирует результат (точка b). Далее результат сравнивается в модели управления обучением (точка c) с контрольными значениями, подготовленными автором ЭОР. Если разница присутствует, то выполняется переход на повтор решения (точка d). В другом случае фиксируется результат в базе данных для конкретного обучаемого и осуществляется переход к следующему заданию. Цикл по конту-

ру $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ повторяется до появления устойчивых знаний и навыков у обучаемого.

Учебные задания, подготовленные с учетом обучения по принципу «от простого к сложному», позволяют:

на уровне узнавания — распознавать, различать и классифицировать сведения;

на уровне воспроизведения — строить ответ по образцу;

на уровне применения — самостоятельно решать типовые задачи;

на предсказательном уровне — принимать решения в незнакомых ситуациях.

2. Модель создания изучаемого материала автором курса

Не всегда обучающий и автор ЭОР одно и то же лицо. На пользовательском уровне автор ЭОР, как правило, использует готовый инструментарий (например, программу *eAuthor* [1]), с помощью которого реализуется подготовка многоуровневой модульной структуры курса, выделение в ней различных множеств элементов и процедур взаимосвязи между ними, а также наполнение информационных модулей предметным содержанием и совокупностью практических и контрольных учебных заданий. Причем, учебные задания используются в качестве форм-образов декомпозированного учебного материала.

В модели «Автор ЭОР» используются следующие обозначения (см. рис. 1):

T_{OA} — множество отрезков времени синтеза модулей ЭОР автором;

I_{XA} , I_{YA} — множества, соответственно, *внешних* (данные социальной среды обитания автора) и *внутренних* (данные литературных источников по изучаемым темам, сведения из Интернета и др.) информационных потоков при изучении курса, как правило, не зависящих от автора ЭОР;

I_{iY} — множество внутренних информационных потоков при изучении текущего модуля темы (лекции, отобранные теоретические положения, математические модели, логические структуры, примеры решения задач, экспликационные схемы и др.) как результат творческой деятельности автора ЭОР;

F_{iY} — фактор-множества I_{iY} (декомпозированные иерархически упорядоченные образы компонентов модуля, иерархия компонентов, классификационные схемы, онтологии и др.), содержащиеся в ЭОР по модулям изучаемой тематики;

P_i , C_i — множества практических заданий и истинных решений, приведенных в литературных источниках, соответственно;

P_i^x , C_i^x — множества формализованных сведений о практических заданиях и истинных решениях, ориентированных на достижение диагностической цели и уровня усвоения материала, соответственно;

K_{TC} — тезаурус-классификатор (*thesaurus-classifier*), содержащий формализованный образ объекта (изучаемого курса) как информационной системы [1, 4];

$I_{iY}^g \times P_1^x \times C_1^x \times I_{2Y}^g \times P_2^x \times C_2^x \times \dots \times I_{iY}^g \times P_i^x \times C_i^x \in K_{TC}$ — формализованные данные ЭОР для первой линейки вариативов, включающей i тем-модулей и образующие тезаурус-классификатор K_{TC} ;

L_i — отображение изучения (наблюдения) текущего модуля темы, $i = 1, 2, 3, \dots$;

$\eta_i, \vartheta_i, \chi_i, \psi_i, \xi_i, i = 1, 2, 3, \dots$ — отображения классифицирования, факторизации, импликации, оценивания и идентификации, соответственно.

Появление ЭОР возможно при условии, что тезаурус — запас знаний ($\tilde{K}_{TP}$ [1]) преподавателя (автора ЭОР) позволяет ему выполнить человеко-машинные процедуры $L_i, \eta_i, \vartheta_i, \chi_i, \psi_i, \xi_i, i = 1, 2, 3, \dots$ с целью создания массивов данных $P_{iY}, P_i, C_i^{\xi},$ для включения их в ЭОР по модулям изучаемых тем $I_{iY}^{\vartheta} \times P_i^{\chi} \times C_i^{\xi} \in K_{iTC}, i = 1, 2, 3, \dots$ Автор ЭОР, находясь в определенной социальной среде (I_{XA}), во временные интервалы (T_{OA}) на основе опыта и знаний с помощью готового инструментария формализует информационные материалы, превращая их в электронный ресурс. Процесс завершается публикацией проекта ЭОР, результат которого содержится в формализованном виде в тезаурус-классификаторе $K_{TC} \in K_{1TC} \times K_{2TC} \times \dots \times K_{iTC}$.

Суть отображений $L_i, \eta_i, \vartheta_i, \chi_i, \psi_i,$ для текущего модуля темы состоит в том, чтобы на основе подобранного адекватного теоретического материала создать образ электронных страниц информационного массива теоретических знаний, затем эксплицировать данные для практических заданий, построить образы-эталон для разбиения множества получаемых результатов на истинные и ложные, подготовить оценки результатов деятельности обучаемых. Результатом этих процедур, выполняемых заблаговременно автором, является фрагмент ЭОР для данного модуля (тезаурус-классификатор для модуля). Важно заметить, что формализованные в ЭОР данные могут эволюционировать в зависимости от актуальности для определенного контингента обучаемых, возрастания методического

мастерства преподавателя, требований образовательных стандартов и др.

Можно показать, что треугольные диаграммы (см. рис. 1), образованные множествами $I_{iY}, P_i, K_{iTC}, i = 1, 2, 3, \dots$ и отображениями $\eta_i, \chi_i, \vartheta_i, i = 1, 2, 3, \dots$, являются коммутативными и для них справедливы следующие соотношения: $\chi_i \eta_i = \vartheta_i, i = 1, 2, 3, \dots$; треугольные диаграммы, образованные множествами $P_i, C_i, K_{iTC}, i = 1, 2, 3, \dots$ и отображениями $\psi_i, \xi_i, \chi_i, i = 1, 2, 3, \dots$ являются также коммутативными и для них справедливы соотношения: $\psi_i \xi_i = \chi_i, i = 1, 2, 3, \dots$ (см. лемму о многоуровневой факторизации [13]). Фактически это означает, что выполнение учебных заданий после изучения теоретических положений учебного модуля должно соответствовать ответам, которые содержатся в формализованном тезаурус-классификаторе K_{iTC} для данного модуля. Это обязательное условие является критерием *валидности* (от лат. *validus* — сильный, здоровый, достойный — мера соответствия методик и результатов исследования поставленным задачам) ЭОР ($\chi_i \eta_i = \vartheta_i, \psi_i \xi_i = \chi_i, i = 1, 2, 3, \dots$) и обеспечивается автором-разработчиком при его создании и отладке.

Достоинство такого способа синтеза ЭОР состоит в том, что общую сложную задачу изучения курса можно разбить на ряд универсальных алгоритмов манипулирования данными, которые логически объединяются информационной системой создания ресурса в общий агрегированный технологический алгоритм (процесс), реализуемый на практике как объектно-ориентированный комплекс процедур компоновки материала учебных модулей в единое целое с учетом вариативов [1, 4]. При этом содержание проблемных областей изучаемых тем и устоявшийся взгляд на методику изучения модулей курса фик-

сируется компонентами ресурса в виде тезауруса-классификатора $K_{TC} \in K_{1TC} \times K_{2TC} \times \dots \times K_{iTC}$ после публикации проекта для дальнейшего использования в образовательной среде по одинаковым правилам процесса обучения.

3. Структура модели обучения с тезаурусом-классификатором

Модель обучения с K_{TC} позволяет конкретизировать учебные задачи применительно к личности обучаемого, к достигнутому уровню обучения. Предположение обучающего об уровне обученности конкретного студента формируется с помощью отчетных данных модели обучения как управления. В качестве учебного задания задаются множества $I_{iY}^{\vartheta} \times P_i^{\chi} \in K_{TC}$. Кроме указанных выше обозначений в модели «Автор ЭОР» используются следующие (см. рис.1):

T_{HC} — множество отрезков времени изучения текущей темы студентом;

I_{XC} — множества внешних (данные социальной среды обитания обучаемого) информационных потоков при изучении курса;

$(I_{iY}^{\vartheta} \times P_i^{\chi}) \in K_{iTC}$ — совокупность формализованных знаний из $K_{TC} \in K_{iTC}$ при изучении текущего модуля темы;

$L_{iC}, i = 1, 2, 3, \dots$ — отображение изучения текущего модуля темы студентом;

$\psi_{iC}, i = 1, 2, 3, \dots$ — отображение оценивания студента.

Студент, находясь в определенной социальной среде (I_{XC}), во временные интервалы (T_{HC}) изучает (L_{iC}) содержание информационного массива теоретических знаний и учебных заданий модуля ($I_{iY}^{\vartheta} \times P_i^{\chi}$), подготовленного по совокупности формализованных сведений из тезауруса-классификатора $K_{iTC} \in K_{TC}$. Далее на основе приобретенных знаний и умений выполняет задания согласно заданным

вариативам (см. рис. 1), формируя оценки C_{iC} с помощью отображения $\psi_{iC} : I_{iY}^g \times P_i^x \rightarrow C_{iC}$ (путь от точки a до точки b).

Полученная оценка C_{iC} сравнивается в точке c с контрольными оценками C_{iC}^{ξ} , подготовленными автором ЭОР. При отрицательном результате сравнения — переход на точку d и далее на повтор поиска концепта учебного задания (точка a). Положительный результат является «пропуском» для студента для перехода к следующему модулю курса.

Заметим, что полученные студентом оценки сохраняются в множестве $(C_{1C} \times C_{2C} \times \dots \times C_{iC}) \in C_C$ на рабочем месте обучаемого и, тем самым, создается возможность возврата к анализу условий учебных задач, к поиску способа решения, доопределению обучающим учебного предписания в виде вариативов задания, консультации с обучающим, а также продолжения поиска концепта задания не с начальной точки.

4. Пример проекта реализации вариативного обучения

Электронные ресурсы являются продуктом, создаваемым на основе знаний о предметной области с использованием методов, дидактических подходов и средств информационно-коммуникационных технологий [5 – 13]. Пройти путь от учебного пособия на бумажном носителе до современного интерактивного ЭОР — вот стратегическая цель создаваемых в настоящее время информационно-образовательных сред. Здесь нужны знания предметной области и навыки использования информационно-коммуникационных технологий, педагогический опыт и энтузиазм преподавателей-предметников. Вместе с тем иметь возможность попробовать внедрить в учебный процесс элементы нетрадици-

онного подхода к изучению материала, выполнению практических заданий и контролю усвоения — заветное желание не одного педагога-практика. Сделать это можно только с помощью электронных образовательных ресурсов, учитывающих дифференциацию подготовленности обучаемых, интерактивность постановки и решения учебных задач, стимуляцию творческой активности и умения находить решения в различных ситуациях.

Разработка ЭОР с помощью рекомендованной в [1, 4] программы *eAuthor* доступна практически любому заинтересованному пользователю (преподавателю-предметнику, студенту и др.), даже весьма далекому от умения программировать. Автору ЭОР в первую очередь нужно думать о сущностях предметной области, а формы представления данных уже имеются в виде стандартных решений (шаблонов). Плюс к этому нужно затратить немного времени для того, чтобы пройти материал пособия [4]. От задания к заданию будет формироваться на-

вык «укрошения» предложенных компанией «ГиперМетод» (г. Санкт-Петербург) средств *eAuthor* для разработки электронных ресурсов.

Кроме того, для студентов программа *eAuthor* дает простое решение задачи визуализации и защиты разработанных курсовых, рефератов, дипломных работ. Причем по многим аспектам созданный электронный ресурс вовсе не уступает аналогичным средствам отображения содержания (например, *Power Point*). А тот факт, что разработка и отладка ведется через проект, а не непосредственно ресурса, позволяет разнести процессы создания и использования по назначению, декомпозировать задачу, которую в общем случае могут выполнить разные пользователи и в разное время.

Особенностью программы *eAuthor* является то, что на этапе проектирования ЭОР автору доступны структура и содержание учебных заданий (рис. 3), состоящих из вопросов, упорядоченных по желаемому уровню обучения, и контрольных оценок (ответов) по вопросам.

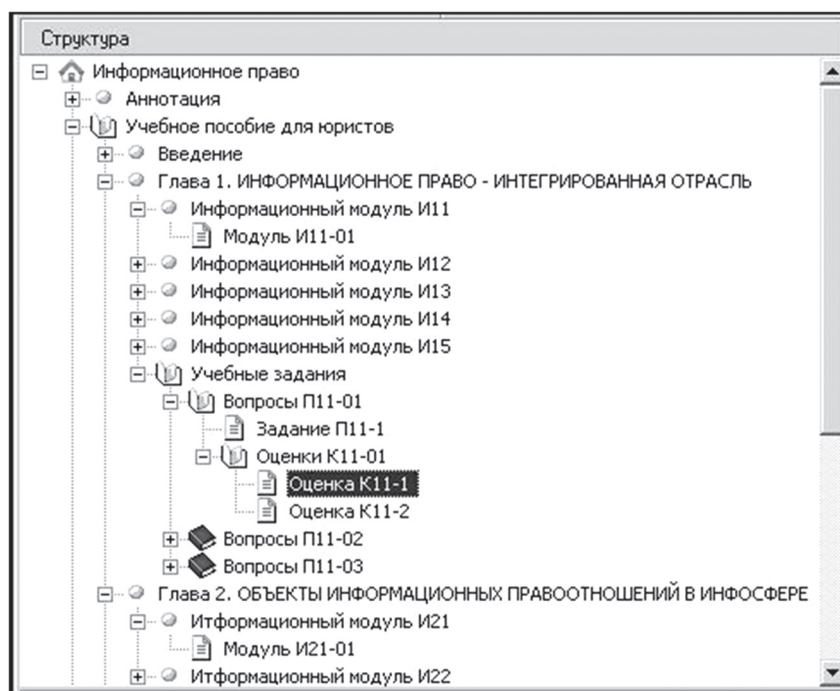


Рис. 3. Пример фрагмента структуры учебных заданий и контрольных ответов

После опубликования проекта пользователю (обучаемому) видна лишь закладка «Учебные задания» (рис. 4), войдя по которой нужно выполнить запланированные автором ЭОР задания и получить оценку. Недостатком для программы *eAuthor* является то, что нет возможности для сохранения результатов тестирования в базе данных для конкретного студента. Программу можно и следует доработать для полноценного использования с моделями вариативного обучения.

Что касается программных средств управления обучением и обучения с тезаурусом-классификатором, то их разработка является актуальной технической задачей, без решения которой перейти к вариативному компьютерному обучению не представляется возможным.

Приведенный пример (см. рис.4) страницы ЭОР по дисциплине «Информационное право» [15] иллюстрирует возможности программы *eAuthor* по созданию формализованного тезауруса-классификатора, легкость навигации по электронному оглавлению, дизайн оформления информационных страниц и др.

Формализация содержания учебного пособия уже в таком виде является важным шагом на пути создания автором ЭОР нового поколения, пригодного для компьютерного обучения.

Заключение

Таким образом, анализ множеств информационных

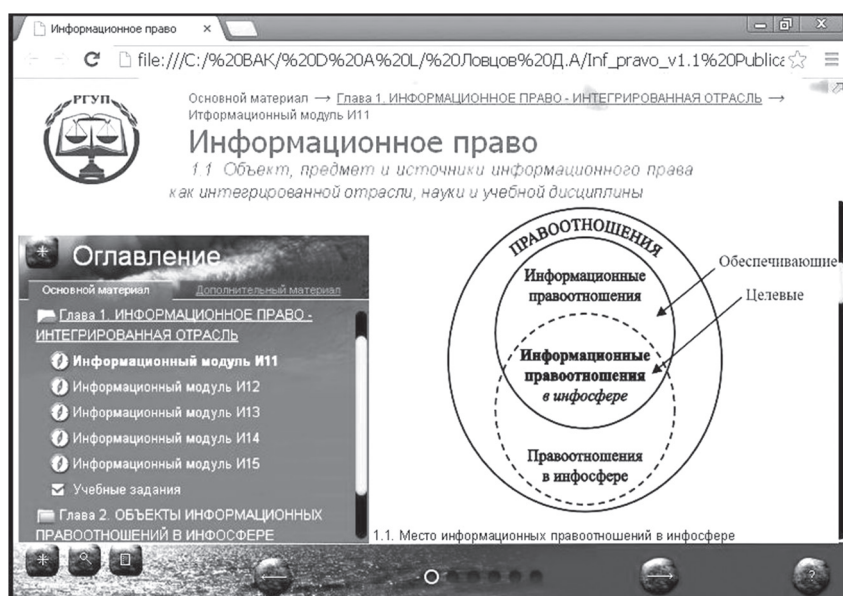


Рис. 4. Пример страницы ЭОР «Информационное право»

массивов (модулей) теоретических знаний предметной области изучаемого курса и преобразований между ними позволил для интегрированной области общей теории разработки компьютерных средств обучения обосновать теоретические аспекты и компонентный состав модели вариативного компьютерного обучения с использованием ЭОР нового поколения.

Обобщённая формализованная модель вариативного обучения, декомпозирована на три компонента: модель формализации курса в форме тезауруса-классификатора, модель обучения как управления, модель обучения с тезаурусом-классификатором. Для практической реализации моделей требуется разработка соответствующих программных средств

или модернизация существующих (например, *eAuthor*).

Использование предлагаемой модели вариативного обучения позволит обучающимся реализовать функциональное овладение необходимыми знаниями, умениями и навыками для формирования заданных компетенций, а также выбрать индивидуальный личностно-ориентированный способ «поиска концепта» выполняемых заданий в процессе мотивированного обучения на основе формализованных сведений тезауруса-классификатора ЭОР нового поколения. Следовательно, можно с уверенностью утверждать, что компьютерные технологии обучения могут стать и, в определенной степени, уже являются технологической основой современной модели образования.

Литература

1. Лобан А.В., Ловцов Д.А. Модель электронного образовательного ресурса нового поколения // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2016. № 2. С. 96–101.
2. Франкл В. Человек в поисках смысла. М.: Прогресс, 1990. 368 с.
3. Акмеология: Учебник / Под ред. А.А. Деркача. М.: Росс. акад. гос. службы, 2006. 422 с.
4. Лобан А.В. Информационно-компьютерные технологии в профессиональной деятель-

References

1. Loban A.V., Lovtsov D.A. Model' elektronno-go obrazovatel'nogo resursa novogo pokoleniya // Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO. 2016. № 2. Pp. 96–101. (in Russ.)
2. Frankl V. Chelovek v poiskakh smysla. M.: Progress, 1990. 368 P. (in Russ.)
3. Akmeologiya: Uchebnik / Pod red. A.A. Derkacha. M.: Ross. akad. gos. sluzhby, 2006. 422 P. (in Russ.)
4. Loban A.V. Informatsionno-komp'yuternye tekhnologii v professional'noy deyatel'nosti

ности (создание электронных ресурсов) / Под ред. Д.А. Ловцова. — М.: «Мир науки», 2015. 184 с. — режим доступа <http://rap-fno.ucoz.ru/zip/05mnnnpur15.zip>.

5. Красильникова В.А. Использование информационных и коммуникационных технологий в образовании: Учеб. пособие. Оренбург: ОГУ, 2012. 291 с.

6. Информационные и телекоммуникационные технологии в образовании: Монография / Под ред. Б. Дендева. М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2013. 320 с.

7. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения. М.: Педагогика, 1988. 192 с.

8. Балыкина Е.Н., Бузун Д.Н. Компьютерное педагогическое тестирование. Теория и практика: Учеб.-метод. пособие. Минск: РИВШ, 2011. 104 с.

9. Осин А.В. Электронные образовательные ресурсы нового поколения. М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2011. 12 с.

10. Глазов Б.И., Ловцов Д.А. Компьютеризированный учебник — основа новой информационно-педагогической технологии // Педагогика. 1995. № 6. С. 22–26.

11. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Академия, 2005. 352 с.

12. Джалиашвили З.О. Компьютерный диалог в общении и обучении. Санкт-Петербург: МЦНИТГО, 2000. — режим доступа <http://ito.edu.ru/2000/plenar/plenar25.html>

13. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989. 300 с.

14. Лобан А.В. Концептуальные схемы факторизации параметров предметной области телеконтроля сложных динамических объектов // Динамика сложных систем — XXI век. 2016. Т. 10. № 3. С. 10–19.

15. Ловцов Д.А. Информационное право: Учеб. пособие. М.: Росс. акад. правосудия, 2011. 228 с.

(sozдание elektronnykh resursov) / Pod red. D.A. Lovtsova. — M.: «Mir nauki», 2015. 184 P. — rezhim dostupa <http://rap-fno.ucoz.ru/zip/05mnnnpur15.zip>. (in Russ.)

5. Krasil'nikova V.A. Ispol'zovanie informatsionnykh i kommunikatsionnykh tekhnologiy v obrazovanii: Ucheb. posobie. Orenburg: OGU, 2012. 291 P. (in Russ.)

6. Informatsionnye i telekommunikatsionnye tekhnologii v obrazovanii: Monografiya / Pod red. B. Dendeva. M.: IITO YuNESKO, 2013. 320 P. (in Russ.)

7. Mashbits E.I. Psikhologo-pedagogicheskie problemy komp'yuterizatsii obucheniya. M.: Pedagogika, 1988. 192 P. (in Russ.)

8. Balykina E.N., Buzun D.N. Komp'yuternoe pedagogicheskoe testirovanie. Teoriya i praktika: Ucheb.-metod. posobie. Minsk: RIVSh, 2011. 104 P. (in Russ.)

9. Osin A.V. Elektronnye obrazovatel'nye resursy novogo pokoleniya. M.: IITO YuNESKO, 2011. 12 P. (in Russ.)

10. Glazov B.I., Lovtsov D.A. Komp'yuterizirovannyi uchebnik — osnova novoy informatsionno-pedagogicheskoy tekhnologii // Pedagogika. 1995. № 6. Pp. 22–26. (in Russ.)

11. Leont'ev A.N. Deyatel'nost'. Soznanie. Lichnost'. M.: Akademiya, 2005. 352 P. (in Russ.)

12. Dzhaliashvili Z.O. Komp'yuternyy dialog v obshchenii i obuchenii. Sankt-Peterburg: MTsNITGO, 2000. [Electronic resource]. Available at: <http://ito.edu.ru/2000/plenar/plenar25.html> (in Russ.)

13. Bespal'ko V.P. Slagaemye pedagogicheskoy tekhnologii. M.: Pedagogika, 1989. 300 P. (in Russ.)

14. Loban A.V. Kontseptual'nye skhemy faktORIZatsii parametrov predmetnoy oblasti telekontrolya slozhnykh dinamicheskikh ob'ektov // Dinamika slozhnykh sistem — XXI vek. 2016. T. 10. № 3. Pp. 10–19. (in Russ.)

15. Lovtsov D.A. Informatsionnoe pravo: Ucheb. posobie. M.: Ross. akad. pravosudiya, 2011. 228 p. (in Russ.)

Сведения об авторах

Анатолий Владимирович Лобан

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры Информационного права, информатики и математики
Российский государственный университет правосудия,
Москва, Россия
Эл. почта: aloban@mail.ru

Дмитрий Анатольевич Ловцов

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой Информационного права, информатики и математики
Российский государственный университет правосудия,
Москва, Россия
Эл. почта: dal-1206@mail.ru

Information about the authors

Anatoliy V. Loban

Candidate of Engineering Science, Senior Researcher, Associate Professor of the Department of Information Law, Computer Science and Mathematics
Russian State University of Justice, Moscow, Russia
E-mail: aloban@mail.ru

Dmitriy A. Lovtsov

Doctorate of Engineering Science, Professor, RF Honored Scientist, Head of the Department of Information Law, Computer Science and Mathematics
Russian State University of Justice, Moscow, Russia
E-mail: dal-1206@mail.ru

Особенности обучения студентов с клиповым мышлением

В качестве цели исследования автором было поставлена задача по поиску новых способов ведения образовательной деятельности при обучении в высшем учебном заведении проектного менеджменту с учётом преобладания у современных студентов клипового мышления. С учётом потребности привития студентам данной специальности логического мышления, способности работать в финансовой и гуманитарной сферах современного бизнеса.

Для получения результата был проведён анализ существующих научных взглядов и подходов к обучению студентов с преобладанием клипового мышления. Рассмотрены существующие взгляды на клиповое мышление как отечественных так и зарубежных авторов, его различные образовательные, психологические и философские аспекты. В результате синтеза данных подходов с учётом разработок автора были разработаны предложения по разрешению проблем клипового мышления при обучении студентов.

Принимая за основу конструктивный подход предлагается рассматривать клиповое мышление как явление, у которого есть как плюсы, так и минусы. Изменение содержания учебного процесса, производится путём модернизации стандартных методов и приемов обучения, широким использованием инновационных подходов, активизацией сотрудничества и интернет-взаимодействия преподавателя и студента в процессе обучения. За основу берётся эмоциональное воздействие на студента в ходе занятия, которое позволит включить логику, желание познать преподнесённый факт. Обучение студентов проектного менеджменту предлагается проводить с учётом преобладания у них клипового мышления в четыре этапа. На лекции студенты получают цепочку образов, выстроенную преподавателем в последовательности, охватывающей основные вопросы рассматриваемой темы, и преподнесённую таким образом, чтобы побудить у них желание самостоятельно рассмотреть данные вопросы. На втором этапе студенты в ходе самостоя-

тельной работы с доступными для их уровня восприятия возможностями ищут решения поставленных задач. В ходе семинарских (практических) занятий на третьем этапе преподаватель оценивает количество и качество найденных студентами решений практических (ситуационных) задач. Студенты в ходе дискуссии делятся своими вариантами решения практических проблем, обосновывая целесообразность предлагаемых вариантов. На четвёртом этапе (промежуточная аттестация — экзамен) студенты производят разработку проекта в целом или какого-либо его этапа, решая комплекс взаимосвязанных практических задач.

Поскольку в настоящее время клиповое мышление является реальностью нового информационного общества, то сделан вывод о необходимости не борьбы с клиповым мышлением, а о перестройке образовательного процесса с учётом с одной стороны особенностей студентов, обладающих клиповым мышлением, а с другой потребностей бизнеса, которому нужны проектные менеджеры, обладающие, как способностями усваивать большие объёмы информации, так и выстраивать логические цепи и качественно определять причинно-следственные связи. Данное преобразование образования предлагается вести в направлении изменения содержания лекций и семинарских занятий, добавления в них образности и эмоциональности, что позволит запустить познавательную активность студентов, обладающих клиповым мышлением, а также изменения направленности и содержания самостоятельной работы студентов, ставя её целью самостоятельный поиск разрешения проблемных вопросов и решения ситуационных задач.

Ключевые слова: клиповое мышление, проектный менеджмент, выстраивание логических цепочек, этапы обучения, организация учебного процесса, компьютерные и коммуникационные технологии, сетевое образование.

Sergey A. Polevoy¹, Valentina V. Pavlova²

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

²Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Peculiarities of teaching students with mosaic thinking

As the aim of the research, the author set the task of searching for new ways of conducting educational activity when teaching Project Management at the university taking into account the dominating mosaic thinking of modern students. There is a need to teach students of the given field logical thinking, the ability to work in the financial and humanitarian spheres of current business.

In order to get a result, the analysis of the existing scientific views and approaches to teaching students with dominating mosaic thinking was conducted. The existing views by both Russian and foreign authors of mosaic thinking were considered, its different educational, psychological and philosophical aspects. As a result of the synthesis of the given approaches, taking into account the author's inventions, proposals were developed on solving the problems of mosaic thinking in teaching students.

Taking a constructive approach as a basis, the mosaic thinking is suggested to be considered as a phenomenon having both advantages and disadvantages. Changing the content of the educational process is done through updating standard methods and patterns of education,

wide use of innovation approaches, intensifying cooperation and online collaboration of the teacher and the student in the process of study.

The basis is formed by the emotional impact on the student in the course of studies, which will allow using logic and form the intention to learn the presented fact. Teaching Project Management to students is proposed taking into account their mosaic thinking, in four stages. During the lecture students receive a chain of images structured by the lecturer in the sequence embracing basic issues of the theme under consideration and presented in such a way as to inspire them to study the given questions independently. At the second stage, the students search for the solution of the assigned tasks in the course of independent work with the opportunities available for their level of perception. During the seminar classes (practical studies) at the third stage, the lecturer evaluates the quantity and quality of the solutions of practical tasks (case problems) found by the students. In the course of discussion, the students share their variants of solving practical problems, grounding the relevance of the proposed

variants. At the fourth stage (midterm assessment – examination) the students develop a project as a whole or one of its stages, solving a set of interrelated practical problems.

Since mosaic thinking is the reality of a new information society now, a conclusion was made of the necessity not to fight mosaic thinking, but to reorganize the educational process taking into account, on the one hand, the peculiarities of students having mosaic thinking, on the other hand, needs of business which requires project managers capable of both processing great amounts of information and arranging logical chains and determining cause and effect relationships. The given modification

of education is proposed to be implemented in regards to changing the content of lectures and seminar classes, adding figurativeness and emotionalism into them, which will make it possible to set the cognitive activity of the students having mosaic thinking, and changing the direction and content of students' independent work, setting the independent search for solving problems and case tasks as its goal.

Keywords: mosaic thinking, Project Management, arranging logical chains, education stages, organization of education process, computer and communication technologies, network education.

Актуальность темы

Современное общество ориентировано на получение знаний, которые необходимы на протяжении всей жизни, особенно специалисту, заинтересованному состояться как перспективному и востребованному в экономической системе профессиональных отношений, в особенности с учётом высоких требований к специалистам по проектному менеджменту. Сейчас в мире происходят кардинальные перемены: рост потоков информации, интенсивная глобализация, которые необходимо адекватно воспринимать и интерпретировать. Все перемены требуют нового содержания профессионального образования. Студентам на современном этапе образования нужно не столько приобрести определенные знания, сколько научиться учиться и уметь находить данные знания и пользоваться ими [1, 2, 3]. Причём вычленивать не случайные знания, а отфильтровывать некачественную информацию и работать с современной актуальной информацией, с подходами, трактуемыми современными модели бизнес-процессов.

Одной из реалий современного высшего образования стало клиповое мышление студентов. Обучаемые с мышлением данного типа по оценкам специалистов составляют не менее 70% современных студентов. Студенты у которых преобладает клиповое мышление плохо анализируют информацию; у них от-

сутствует четкая логика; они плохо выделяют главное и устанавливают логические связи; используют чаще кратковременную память, нежели долговременную; оперируют смыслами малой длины; сложность дисциплин вызывает непонимание учебного материала и желание бросить обучение, в связи с чем, быстро теряют интерес в учебным дисциплинам; быстро устают при изучении обязательных дисциплин; им сложно поддерживать дисциплину на высоком уровне. Данные проблемы особо актуальны при обучении студентов проектному менеджменту, где строгие законы экономики, математики и логики соседствуют с гуманитарными способами и подходами решения значительного количества проблем.

Конечно, можно было бы не признавать наличие клипового мышления, отмахнуться от его проявлений, но реальность современного образовательного процесса в высшем учебном заведении такова, что необходимо признать: на настоящий момент клиповое мышление существенно меняет уровень восприятия студентами материала, состав и содержание обучения и соответственно ставит перед педагогами задачу поиска новых методов и моделей обучения.

Постановка задачи исследования

Стать успешным проектным менеджером в современном бизнесе невозможно без умения анализировать, выяв-

лять суть процесса и на основе этого принимать управленческие решения, без способности планировать, выстраивать логическую и смысловую цепочку из последовательности действий от начального положения до достигаемой цели. Потребность в создании таких логических цепочек подразумевает у менеджера хорошо развитого логического, последовательного мышления. Такое мышление плохо развито у индивидуума, обладающего клиповым мышлением, соответственно заранее программируется его неуспех в бизнесе. В будущем выпускаемым вузами проектным менеджерам придётся принимать решения и осуществлять кооперацию друг с другом. Поэтому вопрос о развитии логического мышления, качественном усвоении студентами значительного объёма материала ставит перед педагогами вузов проблему по восприятию и переработке обучаемыми больших объёмов разноплановой и разносторонней информации и её логическом осмыслении и встраивании в систему знаний студента.

Современное состояние проблемы

В своей теории этапов развития цивилизации М. Маклюэн отмечает: «...общество, находясь на современном этапе развития, трансформируется в «электронное общество» или «глобальную деревню» и задает, посредством электронных средств коммуникации, многомерное восприятие

мира. Развитие электронных средств коммуникации возвращает человеческое мышление к дотекстовой эпохе, и линейная последовательность знаков перестаёт быть базой культуры» [4].

В отечественной педагогической науке различные аспекты информационных и коммуникационных технологий и их роль в обучении и воспитании отражены в работах Г.А. Борулавы, Е.С. Полат, Л.К. Раицкой, П.В. Сысоева, В.А. Тестова, В.А. Травнева и др.

Как принципиально новое явление познавательной сферы феномен «клиповости» был описан футурологом Э. Тоффлером, который рассматривал его в качестве составляющей общей культуры восприятия и переработки человеком любой информации, подвергающей человека психологическому воздействию» [5].

Термин «клиповое мышление» первым в отечественной науке употребил Ф.И. Гиренок, полагая, что понятийное мышление перестало играть важную роль в современном мире: «...вот вы спросили, что сегодня происходит в философии. А происходит замена линейного, бинарного мышления нелинейным. Европейская культура выстраивается на системе доказательств. Русская культура, поскольку корни ее византийские, на системе показа. И мы в себе воспитали, может быть, после Дамаскина, понимание картинок. Мы формировали в себе не понятийное мышление, а, как я его называю, клиповое» [6].

Понятию «клиповое мышление» уделяли внимание и другие ученые. А.Б. Фельдман рассматривает «клиповое мышление», как: «приобретенный вид мышления, при котором человек оперирует только смыслами фиксированной длины и не может работать с семиотическими структурами

произвольной сложности» [7]. К.Г. Фрумкин дает следующее определение «клиповому мышлению»: «клиповое мышление - вектор в развитии отношений человека с информацией, способность быстро переключаться между разрозненными смысловыми фрагментами, но неспособность к восприятию длительной линейной последовательности — однородной и одностильной информации» [8]. В его работах выделяется «пять факторов, породивших этот феномен: «1) ускорение темпов жизни и напрямую связанное с ним возрастание объема информационного потока, что порождает проблематику отбора и сокращения информации, выделения главного и фильтрации лишнего; 2) потребность в большей актуальности информации и скорости ее поступления; 3) увеличение разнообразия поступающей информации; 4) увеличение количества дел, которыми один человек занимается одновременно; 5) рост демократии и диалогичности на разных уровнях социальной системы». [13].

По мнению Нестеровой Л.Ю. клиповое мышление характеризуется следующими особенностями: фрагментарностью и мозаичностью картины мира; пониженной способностью к анализу и поиску смысла; не критичностью восприятия, не способностью к логическим построениям, длительным и интенсивным учебным нагрузкам, репродукции; неразвитостью чувственной сферы, неуважительным отношением к соблюдению этических и эстетических норм; склонностью к простым решениям, устранению проблем «кнопочным стилем» [9].

Парадокс состоит в том, что навыки сосредоточения внимания на одном предмете и умения быстро переключиться на решение новой задачи, быстро войти в незнакомую ситуацию с одной стороны необходимы человеку, а с другой создают

конфликт, потому что реактивность действий развивается за счет сосредоточенности, и наоборот. Можно бесконечно спорить, что из них важнее, но на настоящий момент никто не определил идеальную пропорцию между ними.

С точки зрения психологов клиповое мышление позволяет «быстро переключаться между разрозненными смысловыми фрагментами. Сознание современного человека в значительно большей степени, нежели раньше, испытывает наплыв хаотической и разнородной информации, забивающей каналы восприятия, не нужной человеку. В этом случае, клиповое мышление выступает в роли защитного механизма от информационно-психологических перегрузок» [10].

Клиповое мышление обладает не только недостатками. Его главное достоинство - значительная скорость обработки информации. Одной из его особенностей является предпочтение нетекстовой, образной информации. Американский психолог Л. Розен отмечает: «сильная сторона «поколения I» (Internet Generation), воспитанного в эпоху бума компьютерных и коммуникационных технологий, — их возросшая способность к многозадачности. Дети Интернет-поколения одновременно могут слушать музыку, общаться в чате, бродить по сети, редактировать фотки, делая при этом уроки. Но, разумеется, платой за многозадачность становятся рассеянность, гиперактивность, дефицит внимания и предпочтение визуальных символов логике и углублению в текст» [11].

Согласно В.Г. Кузнецову, особенность клипового восприятия еще и в том, что «человек в любой момент может выйти из воспринимаемой системы без последующего ощущения какой-то неоконченности (как это было бы в случае прерывания чтения

классического романа), а также вновь с любого места войти в нее» [12].

Глубокий анализ феномена «Клипового мышления» проведен в работах Т.В. Семеновских. В них автор отмечает, что «Г.А. Берулава выделила интегральный когнитивный стиль «дифференциальность — интегральность», который, как и клиповое мышление связан со специфическим восприятием и усвоением учебного материала. Для обучаемых с интегральным стилем, приемлема опора на технологии обучения, построенные по принципу восхождения от абстрактного к конкретному, от общего к частному, с опорой на собственную познавательную активность, с использованием дискуссий. Для обучаемых же дифференциального стиля, обучение строится, наоборот, от частного к общему, направлено на обобщенное, логико-формализованное освоение материала, либо на основе его целостного познания, либо на основе ступенчатого, последовательного познания» [13].

По мнению Г.А. Берулавы «сетевое образование относится к новой образовательной парадигме, которую она так и называет — сетевой. Ее отличительными особенностями является обучение на основе синтеза объективного мира и виртуальной реальности посредством активизации как сферы рационального сознания, так и сферы интуитивного, бессознательного. Сетевое взаимодействие обучаемого и компьютера характеризуется как интеллектуальное партнерство, представляющее так называемый «распределенный интеллект». Сетевая образовательная стратегия, в отличие от традиционной, ориентирована не на систематизацию знаний и усвоение очередного основного ядра информации, а на развитие способностей и мотивации к генерированию собственных идей» [14].

По её мнению, нельзя не учитывать, что постмодерн — время перехода к виртуальной реальности, заменяющей объективную реальность, и это предполагает взаимодействие человека не с реальными объектами, а с симулякрами. Сегодня объективную реальность во многом заменяют те образы, которые продуцируют телевидение и интернет.

В.А. Тестов определяет, что «перестает чувствовать необходимость воссоздания целостной смысловой картины мира; отдельные фрагменты знаний, полученные из сетей, создают ему иллюзию нахождения на переднем крае науки и техники, без приложения к этому значительных умственных усилий» [15].

Из вышеизложенного следует, что клиповое мышление, став массовым явлением, в современном обществе является своего рода защитой от информационных перегрузок. Современный человек, чувствуя потребность быстрого усвоения информации на разнообразных темах, не имеет другой альтернативы кроме как восприятия по образцам.

Какова роль клипового мышления в учебном процессе, способствует ли оно эффективному усвоению информации в этом процессе? Однозначно ответить на этот вопрос нельзя. «Использование клипового мышления в обучении позволяет человеку запоминать большие объемы информации без восприятия ее содержательности, то есть быстрое и простое запоминание набора слов, фраз или чисел в определенной последовательности на основе некоторых образов, которые соответствуют запоминаемой информации» [16].

Решение задачи

Бороться с клиповым мышлением бесполезно и нерационально. Конструктивный

подход к рассмотрению клиповые формы когнитивных процессов заключается в том, чтобы рассматривать его как явление, у которого есть как плюсы, так и минусы.

Необходимо изменять содержание учебного процесса, произвести модернизацию стандартных методов и приемов обучения, необходимость широкого использования инновационных подходов, активизация сотрудничества и интернет-взаимодействия преподавателя и студента в процессе обучения [17, 18].

Основным при этом должно стать эмоциональное воздействие на студента в ходе занятия, которое позволит включить логику, желание познать преподнесённый факт (на данном феномене строятся многие технологии манипулирования сознанием). При этом необходимо эмоции дозировать так, чтобы неожиданный эмоциональный толчок не оказался сильнее логики и просто заблокировал бы логический процесс в сознании. При этом студентам должна предлагаться такая информация, которая бы «подтягивала» их мысли до нужного уровня самосознания, заставляла их логически думать.

По мнению Р. Келли, процент необходимых для выполнения работы знаний, которые современный работник может удержать в голове, постоянно сокращается. Если в 1986 г. он составлял 75%, а в 1997 г. уже 15–20%, то в 2008 г. это значение не превышало 8–10% [19].

Как продемонстрировало исследование «Эффект Google», если респонденты знали, что предоставленная им информация опубликована в Интернете, они ее просто не запоминали и даже не пытались глубоко вникнуть в ее смысл.

Это реалии нынешнего состояния образовательного процесса. Мы приходим к тому, что клиповое мышле-

ние — это новое направление в развитии отношений человека с информацией. Кардинальные изменения связаны с изменением качества общества, в котором мы живём, — информационного общества, которое занимается производством не просто материальных товаров, а производством информации, получаемой через цифровое пространство. Развитие современных информационных технологий потянуло за собой потребность человека усваивать за меньшее количество времени большего объема информации, с одной стороны, и качественные изменения в формате самой информации, с друг. Возникла устойчивая тенденция к фрагментарному представлению информации с доминантой на ее количестве, а не качестве. «Вышеописанные изменения детерминировали возникновение такого феномена, как «клиповое мышление» и повлекли за собой потребность изменения подхода к обучению молодежи» [13]. Потому и воздействовать на обучаемых следует не только традиционными способами — вербально (словом), но и новыми методами, формами — с использованием новых информационных технологий (образно). Динамично меняющаяся структура восприятия мира молодыми людьми требует адекватного рационального, эмоционального и душевного отражения явлений, процессов, предметов этого мира.

В результате проведенного Т.В. Семеновских комплексного анализа исследований по вопросам клипового мышления было выявлено, что:

«— клиповое мышление — это процесс отражения множества разнообразных свойств объектов, без учета связей между ними, характеризующийся фрагментарностью информационного потока, алогичностью, полной разнородностью поступающей информации, высокой скоростью переключе-

чения между клипами информации, отсутствием целостной картины восприятия окружающего мира;

— феномен клипового мышления по своей сущности во многом соприкасается с понятием когнитивного стиля;

— когнитивные стили «дифференциальность-интегральность» связаны с индивидуальными особенностями понимания учебного материала, например, необходимо разделять материал на короткие смысловые фрагменты и предъявлять конкретные рабочие требования для учащихся с дифференциальным когнитивным стилем» [13].

Подводя итог вышесказанному, можно сказать, что при построении образовательного процесса в учебной и внеучебной деятельности студентов современные педагоги и психологи должны учитывать существенные особенности феномена «клипового мышления». Студенты, которые проводят за компьютером много времени, привыкают к определенным механизмам подачи информации, к броским блокам, быстро сменяющим друг друга сюжетным картинкам, множеству гиперссылок. Клиповое сознание студентов достаточно сильно корректирует обычную систему подачи информации. Восприятие и сознание студентов требует от компьютерных блоков быстроты, краткости и конкретности. Но, при этом они должны быть яркими и выразительными.

Учебная информация, при изучении учебных дисциплин должна восприниматься обучающимся. Как этого достичь? Сделать медиаокружение более дискретным: короткие сюжеты, динамичные видео- и аудиоблоки. Основная задача — заинтересовать студентов, сделать так, чтобы модель Й. Хейзинга «вызов-ответ» содержалась в основе образования.

Разумное сочетание «известных методов обучения совместно с новыми разработками, в том числе и e-learning технологиями повысит эффективность процесса обучения и значительно улучшит уровень профессиональной подготовки студентов. Элемент игры должен присутствовать в каждом предмете обучения» [20].

Информационные и коммуникационные технологии — это технологии, соответствующие стилю мышления студентов. Они позволяют снять барьеры восприятия. Именно эти технологии должны применять преподаватели в учебном процессе, чтобы сделать его наиболее рациональным и эффективным.

Кроме того, как отмечает В.А. Травнев: «при использовании данных технологий наиболее глубоко и полно реализуются дидактические принципы обучения:

1) принцип наглядности — при использовании информационных и коммуникационных технологий появляется возможность наглядно представить разнообразные понятия и абстрактные закономерности и модели;

2) принцип доступности и посильности — рассматриваемые технологии открывают принципиально новые возможности в реализации данного принципа, поскольку современные программы дают возможность генерировать задачи возрастающей трудности;

3) принцип индивидуализации обучения — современные технологии открывают возможности каждому студенту выстраивать индивидуальный маршрут обучения, преимуществом современных технологий и альтернативной информации является то, что процесс ее восприятия всегда индивидуализирован, студент может усваивать ее в удобном режиме и темпе, она предполагает наличие значимой мотивации, поскольку смот-

рится лишь то, что интересно и привлекает внимание;

4) принцип сознательности — студент с помощью современных технологий может наиболее оптимальным образом организовывать свое обучение;

5) принцип активности — применение инновационных технологий неотъемлемо от самостоятельной активности студента по поиску необходимой информации в сети Интернет, выполнению различных заданий и т.д.» [21].

Целесообразно пересмотреть содержательную часть учебного материала. «С учетом индивидуально-психологических особенностей студентов необходимо структурировать информацию в виде клипов, видоизменять формат изложения — приоритетными станут яркие, четкие и наглядные презентации с понятными и образными, запоминающимися формулировками. Актуальной задачей станет создание узко-тематических фильмов (видеороликов) с наглядными примерами, экспериментами» [13].

Преподавателям необходимо модернизировать свой стиль преподавания. Тематическая дискуссия, обсуждение, форум, сегодня желательны в образовательном процессе и может проводится в виде организации чата. Общение в чате снимает замкнутость и психологические барьеры, которые могут быть связаны с характером обучения по различным дисциплинам. Чат помогает установить непосредственный контакт между преподавателем, студентом и учебной группой.

При разработке и внедрении методик обучения студентов, часть из которых обладает клиповым мышлением, могут использовать рекомендации, предложенные Зеленцовым Б.П. и Тятенковой И.И. [22]:

1. «Включать в учебный процесс элементы «клиповой»

подачи информации, то есть исключать монотонность, менять формы восприятия, заставлять студентов слушать, писать, смотреть; использовать учебный материал в виде картинок, таблиц, графиков; приводить примеры применения изучаемых понятий.

2. Разбивать, изучаемый материал, на более мелкие и простые блоки.

3. Многократно повторять изучаемый материал, в том числе на практических занятиях, на контрольных работах, в индивидуальном задании и на экзамене.

4. Мотивировать студентов для усвоения изучаемого материала, в том числе путем внедрения заданий, имеющих профессиональную направленность».

В высшей школе традиционной формой организации обучения является лекция — для студентов с клиповым мышлением она должна существенно измениться. Здесь должна в полной мере быть использована система образов, как наиболее результативный способ запоминания. Язык образов и жестов намного древнее, чем язык символов, поэтому воспринимать информацию в виде образов легче, чем в виде букв, цифр, формул. Наиболее эффективный способ запоминания материала во время лекции — это система образов, которая описана выше. Уже доказано, что запоминание при использовании системы образов происходит целенаправленно и по продолжительности на длительный период.

Примером эффективного использования системы образов на лекциях является применение современных мультимедийных технологий, но не текстовых скучных слайдов, а динамичных, использующих анимацию, видеоролики, яркие живые картинки. Таким образом, лекция должна превращаться в мультиме-

дийный поток передачи информации: два — три слайда с рисунками и минимумом текста, слайд с видеороликом или анимационный слайд, и т.д. На весь цикл не более 2–5 минут, за которые до слушателей должен быть доведен образ факта, явления или закона. Причём доведен так, что он всколыхнёт эмоции студента своей красочностью и образностью, заставит его думать над решением проблемных ситуаций вокруг данного образа или прочно войдёт в копилку его памяти. В ходе лекции из данных фактов-образов должна быть сформирована картина, отражающая тему, рассматриваемую на лекции.

Формирование образов с применением современной компьютерной техники в процессе обучения не является большой сложностью. Эти образы могут быть представлены в виде короткометражных анимационных картинок или слайдов. Такой способ преподнесения информации — представляет собой клип. При этом необходимо помнить, что последовательность клипов не должна быть очень объемной, т.е. не иметь абстрактного содержания.

Требования к видео контенту очень подробно сформулированы в работах Т.В. Семеновских и выглядят следующим образом: «При работе с различными видами видеоклипов целесообразно отдавать предпочтение той их разновидности, которая вызывает позитивную реакцию и стимулирует интенсивный поиск ответов на волнующие студентов вопросы: о смысле жизни, их предназначении, личных приоритетах, наилучших перспективных жизненных результатах и оптимальных путях их достижения. Главным условием успешного использования видеоконтента в качестве дидактических средств является органичная интеграция видеосюжета в ло-

гику преподаваемой дисциплины. Видеоконтент не может полностью подменять собой теоретический материал учебной дисциплины, но он может красочно иллюстрировать закономерности, сведения о которых были предоставлены преподавателем в теоретической части учебного курса. Для эффективного расширения субъектного потенциала личности преподаватель также должен активно использовать такие техники как «сократовский диалог», фасилитация групповых дискуссий, управление групповой динамикой. Это позволит подтолкнуть учащихся к творческому поиску при обеспечении психологической безопасности учащихся» [13].

Дозированная (клиповая) подача информации позволяет запоминать ее, а должным образом дозированное эмоциональное воздействие при этом включает логику её осмысления. Таким образом основой лекций становится лекция-визуализация, основные преимущества которой связаны прежде всего со следующими факторами:

1. Повышением роли наглядности в изучении сложного материала. Наглядность не только способствует более успешному восприятию и запоминанию учебного материала, но и позволяет активизировать умственную деятельность, глубже проникать в сущность изучаемых явлений, показывает их связь с ранее изученными понятиями. Одновременно с этим наглядность содержит элементы проблемности. Следует отметить, что чем больше проблемности в визуальной информации, тем выше умственная активность студента.

2. Преобразование устной и письменной информации в визуальную форму. В свою очередь, это способствует формированию у студентов профессиональных мыслительных навыков за счет систематизации и выделения наиболее

значимых, существенных элементов содержания обучения. Происходит как бы «свертывание» мыслительных понятий в наглядный образ, который в случае необходимости можно развернуть и обосновать его отличительные характеристики. Студент учится структурировать материал, выделять главное, четко работать со схемами и таблицами.

3. Использование личного опыта студента и создание предпосылок для формирования индивидуального отношения к изучаемому материалу. Лекция-визуализация выступает в виде основы развития плановой самостоятельной деятельности, наглядно демонстрирует субъективные образцы работы с информацией.

4. Придание абстрактным понятиям конкретного, доступного и наглядного вида. Важным аспектом при этом является возможность интегрировать зрительное и вербальное восприятие информации.

5. Создание комфортной обстановки при оформлении лекции-визуализации, так как выполнение заданий преподавателя требует от студентов занятия любимым делом – работы на компьютере, что способствует осознанному, своевременному и эффективному мыслительному процессу.

«Одна из современных технологий чтения лекции предусматривает продумывание преподавателем по каждой теме занятия системы интеллектуальных заданий, которые способствуют развитию мыслительных операций, формированию навыков критического и творческого мышления в ходе освоения приемов продуцирования творческих ассоциаций, визуализации, комбинирования идей и др.» [24]. Для актуализации знаний студентов в начале лекции в качестве таких заданий могут

использоваться, по мнению Кавардовской М.А.:

- «составление простого кластера для ключевого понятия в виде графического представления содержательных характеристик понятия, которые раскрываются через возникающие слова-ассоциации и подводят к самостоятельной формулировке определения, трактовке нового термина;

- составление списка ответов на проблемный вопрос с помощью письменного «мозгового штурма», позволяющего генерировать идеи.

На той стадии лекции, когда излагается новая учебная информация, происходит ее осмысление студентами, в качестве заданий, способствующих критической переработке информации, можно использовать:

- составление сложного кластера – систематизированного набора понятий, терминов, которые записываются в виде иерархически ветвящейся грозди и дают наглядное представление о предмете изучения;

- составление денотатного графа для ключевого понятия: из текста выделяются и графически оформляются существенные признаки понятия, что позволяет создать системное представление об изучаемом предмете, т.е. рассмотреть его в разных аспектах (с точки зрения структуры, функций, динамики и т. д.);

- заполнение таблиц: сравнительной концептуальной таблицы для анализа изучаемых явлений, научных теорий и их оценки по самостоятельно определяемым критериям или сводной таблицы для обобщения знаний;

- самостоятельную формулировку выводов по какому-либо вопросу или по всей теме лекции;

- графическое оформление содержания лекции или ее части в виде структурно-логической схемы, которая отражает

существенные связи между изучаемыми объектами и явлениями» [24].

Все вопросы закрепления, уточнения и т.п. придётся оставить на время семинара или практического занятия с компьютерной программой. Причём семинар необходимо построить таким образом, чтобы ответы студентов на вопросы тоже были сродни клипам – коротки и образны. При данном условии будет происходить качественный повтор материала для студентов и обучение студентов облекать свои мысли в логичную понятную форму из представленных ими образных деталей.

Клип-цикл должен охватывать фундаментальные положения, которые должны направить студента в русло изучаемого вопроса. Студент должен получить структуру явления, на базе которой он будет стремиться добывать информацию самостоятельно.

Перенос тяжести обучения в зону самостоятельной работы должен быть осуществлён таким образом, чтобы не оставалось возможности для её игнорирования. Самостоятельно полученные знания должны составлять костяк материала, который явится основой для решения практических задач, в ходе семинарских занятий. Предполагается, что решение таких задач приведёт к осознанному усвоению материала.

Данный подход в большей степени повысит индивидуализацию обучения и приведёт к смене, как роли студента, так и преподавателя. Роль преподавателя – быть не только преподавателем, но и консультантом, наставником, тьютором. «Тьютор – это куратор информационного обмена, основанного на ресурсах сети. Тьютор организует эффективное изучение курса, проводит очные и заочные семинары и консультирует студентов, проверяет и комментирует письменные задания.

Причем тьютор должен не только контролировать работу каждого своего студента, но и направлять, помогать, а иногда и подталкивать его к активным действиям, вовлекать в активный учебный процесс. Он выступает в роли посредника между студентом и учебником или другим источником необходимых знаний» [20].

Демонстрируя научный подход к проблемам, предлагая примеры интерпретации и перекомбинации элементов нового знания, именно лектор, по мнению Ковардаковой М.А., «выводит студента на более сложный уровень осмысления событий и явлений, помогает преодолеть фрагментарность восприятия и перейти к целостному видению и осмыслению мира. Контакт лектора с аудиторией, задействует тонкие психологические механизмы взаимов-

лияния. На лекции студент может сразу уточнить неясное, получить в оттенках мысли и индивидуальных особенностях речи педагога подтверждение своих мыслей, что невозможно в работе с «молчаливым» текстом. Наконец, под влиянием выразительности, вдохновенности, богатства речи преподавателя, его речетворчества формируется языковая картина мира студента. Лектор, как человек говорящий, может создать предпосылки для перехода студента из позиции человека слушающего в позицию человека слышащего, сопереживающего, думающего, понимающего» [24].

Стиль взаимодействия в такой среде может характеризоваться большей степенью доверия, свободы, независимости и т.д. В современных условиях процесс восприятия учеником нового материала стано-

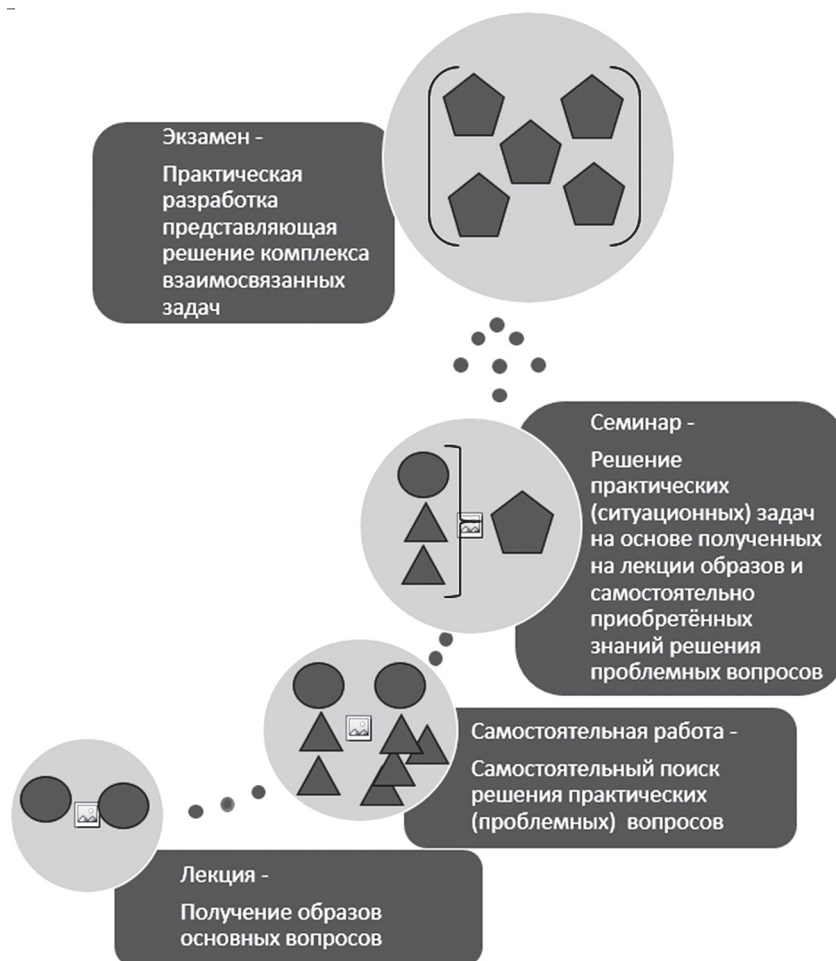


Рис. 1. Этапы обучения с учётом клипового мышления студентов

вится все более нелинейным. Сидя за компьютером, он, не раздумывая, прыгает с одного на другое, идет в незнакомые области знаний и возвращается к уже забытым или пропущенным знаниям. Требование, чтобы все сказанное на данный момент основывалось на предыдущем, было «понятным» и «объясненным» в таких условиях устарело. Когда человек осознает, что он чего-то не знает, и он начинает самостоятельно искать информацию или задавать вопросы учителю, является самым важным этапом самообразования.

Таким образом можно предложить следующий четырехэтапный подход к обучению проектному менеджменту студентов с учётом преобладания у них клипового мышления (рис. 1).

На первом этапе (лекционной подачи материала) студенты получают цепочку образов, выстроенную преподавателем в последовательности, охватывающей основные вопросы рассматриваемой темы, и преподнесённую таким образом, чтобы побудить у студента желание самостоятельно рассмотреть данные вопросы. Современная компьютерная техника позволяет выполнить это технически без особых проблем, но сама подготовка, подбор материала, его структурирование и подача требуют значительных трудозатрат и может потребовать специальных курсов повышения квалификации для преподавателей. Основную сложность здесь будет составлять подбор последовательности и содержания клипов, которые должны быть не очень объемными и не иметь много абстрактного содержания, то есть ассоциироваться у обучаемых с конкретными образами.

На втором этапе при завершении лекции выдаётся задание на семинар, в котором перед студентами ставится задача не сколько по углуб-

лению теоретических знаний, полученных на лекции (эта задача попутная, но не основная), а в основном по поиску ответов на вопросы, которые будут рассматриваться в ходе практических и ситуационных задач на семинарском занятии. Студенты в ходе самостоятельной работы с доступными для их уровня восприятия возможностями ищут решения поставленных задач. На данном этапе работают индивидуальные возможности студентов к поиску и освоению материала. Кто-то может попросить о помощи интернет-сообщество, кто-то озадачит коллег по работе, ну а кто-то проведёт самостоятельный поиск в интернете или, хотя для современных студентов это не характерно, в читальном зале библиотеки.

На третьем этапе (в ходе семинарского или практического занятия) преподаватель оценивает количество и качество найденных студентами решений практических (ситуационных) задач или их элементов. Для этого в ходе занятия организуется дискуссия по ходу решения практической (ситуационной) задачи, во время которой студенты делятся своими вариантами решения практических проблем, обосновывая целесообразность предлагаемых вариантов. В результате дискуссии в ходе поиска «истины» проводится последовательное решение практической (ситуационной) задачи, а студенты осваивают новые умения, тем самым достигается цель занятия. При оценке поданных предложений необходимо помнить, что несмотря на строгость и точность экономической составляющей управления проектами, гуманитарная составляющая под-сказывает разнообразные варианты их решений. Поэтому не может быть не правильных решений, могут быть только слабо обоснованные. И задача преподавателя в первую очередь указать студентам на не-

доработки в проработке материала, которые привели к этим слабо обоснованным решениям.

На четвёртом этапе (промежуточная аттестация — экзамен) проводится контроль усвоения материала в ходе промежуточной аттестации. Лучший критерий усвоения теории — это практика. Для проверки данного положения в ходе письменного экзамена можно предложить студенту произвести разработку проекта в целом или какого-либо его этапа (подготовка планов, обоснований на этапе инициации, различные расчёты). В ходе письменного экзамена студенты должны обосновать и разработать необходимые документы. Преподаватель проверяет их правильность и обоснованность, что и будет являться критерием усвоения материала.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что «лекция не может исчезнуть, она остается полноценной средой развития субъектов в условиях современной педагогической коммуникации. Однако это развитие из потенциальной области перейдет в актуальную только в том случае, если педагог будет рассматривать лекцию, как значимое событие в жизни участников, как явление культуры. Лекцию следует оценивать не только с точки зрения научности, логичности и рациональности содержания, но и с позиции побуждения слушателей к самостоятельному исследованию, влияния на их становление как людей высокой духовности, понимающих смысл своего развития и развития общества» [24]. Лекция, в соответствии с задачами современного образования, должна создавать благоприятные условия для возможного превращения личности студента как потребителя информации в личность — потребителя культурных ценностей, а затем — в их создателя.

В работах Тестова В.А., Задориной О.С., Роботовой А.С. делаются предпосылки усиления гуманитарного смысла лекции [26].

Заключение

Так кто же они сегодняшние молодые люди с клиповым мышлением, делающие шаг к гениальности или деменции? Не то и не другое. Они совершенно нормальные, но они — «другие» и им жить в другое время и в других условиях развития человечества. Научные открытия делаются в основном с применением сложного оборудования. Открытия «на кончике пера» теперь редкость. Так что получается, что наши ученики знают меньше учителей, а могут больше [27].

Проблемным вопросом при внедрении данной модели будет то, что старые модели образования ещё очень часто продолжают управлять сознанием студентов и препятствуют внедрению новых технологий. Тоже самое можно отнести ко многим преподавателям. При этом как показывает практика многие преподаватели (пока лишь частично) уже перешли на подобные формы доведения материала на лекциях и решения практических задач на семинарских занятиях. Этим они добиваются ощутимых успехов по сравнению с их коллегами, придерживающимися «классической» модели образования.

Практика показывает, что в открытой информационной среде «мягкое» управление

образовательным процессом, в котором каждый обучающийся сам определяет параметры своего образования и развития, становится одной из наиболее сложных и с трудом решаемых проблем систематического обучения.

Каждый педагог, собирающийся использовать в своей практике те или иные электронные учебные ресурсы и новые информационные технологии, должен прежде всего четко осознать цели, для чего он намерен это сделать, суметь не просто выбрать средства и формы, которые, как ему кажется, позволят достичь поставленные цели, но и спрогнозировать возможные отрицательные последствия внедрения методических новшеств в учебный процесс.

Литература

1. *Иванова И.А.* Инновационная образовательная среда: от размышлений — к управлению. /В сборнике: Управление инновационным развитием современного общества: тенденции, приоритеты: экономические, социальные, философские, политические, правовые общенаучные закономерности. Материалы международной научно-практической конференции. ООО «Академия управления» ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет», кафедра «Производственный менеджмент и экономика энергетики»; отв. редактор С.С. Чернов. г. Новосибирск, г. Саратов, 2014. С. 43–45.

2. *Кабакова Н.В., Коробанова Ж.В.* Инновационные формы и методы обучения в современном вузе. / В сборнике: Формирование общекультурных и профессиональных компетенций финансиста. Сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей Финансового университета при Правительстве Российской Федерации. Редакционная коллегия: А.Н. Лебедев, Н.В. Анненкова, Е.В. Камнева, Ю.Е. Мужицкова. Москва, 2014. С. 107–111.

3. *Карина О.В.* Проблематика самодетерминации и экспектаций личности в гуманитарных науках. / Монография / О.В. Карина, Н.Е. Шустова, М. А. Киселева. Саратов, 2009.

4. *McLuhan M.* Lawsofmedia: the new science. — Toronto; Buffalo: University of Toronto. — Press, 1988. P. 464

5. *Toffler A.* Future shock. N.Y.: Random House, 1970. 505 p.

References

1. *Ivanova I.A.* Innovatsionnaya obrazovatel'naya sreda: ot razmyshleniy — k upravleniyu. /V sbornike: Upravlenie innovatsionnym razvitiem sovremennogo obshchestva: tendentsii, prioritety: ekonomicheskie, sotsial'nye, filosofskie, politicheskie, pravovye obshchenauchnye zakonomernosti. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. ООО «Akademiya upravleniya» FGBOU VPO «Novosibirskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet», kafedra «Proizvodstvennyy menedzhment i ekonomika energetiki»; otv. redaktor S.S. Chernov. g. Novosibirsk, g. Saratov, 2014. Pp.43–45. (in Russ.)

2. *Kabakova N.V., Korobanova Zh.V.* Innovatsionnye formy i metody obucheniya v sovremennom vuze. /V sbornike: Formirovanie obshchekul'turnykh i professional'nykh kompetentsiy finansista. Sbornik nauchnykh trudov studentov, aspirantov i prepodavateley Finansovogo universiteta pri Pravitel'stve Rossiyskoy Federatsii. Redaktsionnaya kollegiya: A.N. Lebedev, N.V. Annenkova, E.V. Kamneva, Yu.E. Muzhichkova. Moskva, 2014. Pp. 107–111. (in Russ.)

3. *Karina O.V.* Problematika samodeterminatsii i ekspektatsiy lichnosti v humanitarnykh nauках. / Monografiya / O.V. Karina, N.E. Shustova, M.A. Kiseleva. Saratov, 2009. (in Russ.)

4. *McLuhan M.* Lawsofmedia: the new science. — Toronto; Buffalo: University of Toronto. — Press, 1988. 464 P.

5. *Toffler A.* Future shock. N.Y.: Random House, 1970. 505 p.

6. Гиренок Ф.И. Антропологические конфигурации философии // Философия науки. – Вып. 8: Синергетика человекомерной реальности. – М.: ИФ РАН, 2002. С. 415–420.

7. Фельдман А.Б. Клиповое мышление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ruskolan.xpomo.com/tolpa/klip.htm> (дата обращения: 24.09.2014).

8. Фрумкин К.Г. Клиповое мышление и судьба линейного текста [Электронный ресурс]. // Топос: литературно-философский ж-л. 2010. №9. <http://www.topos.ru/article/7371> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус.

9. Нестерова Л.Ю. Преимущества лекции-визуализации в условиях распространения среди студентов клипового мышления. Высшее образование сегодня. 2015. № 7. С. 28–31.

10. Поспелова О.И., Полевая М.В. Значение правильного педагогического общения в образовательном процессе высших учебных заведений. // Научный вестник МГИИТ. 2012. № 4 (18). С. 75–78.

11. Larry D. Rosen Me, MySpace, and I Parenting the Net Generation. – Palgrave Macmillan, 2007. P. 11–13.

12. Кузнецов В.Г., Кузнецова И.Д., Миронов В.В., Момджян К.Х. Философия. Учебник. / http://www.gumer.info/bogoslov_Buks/Philos/kuzn/02.php.

13. Семеновских Т.В. Феномен «клипового мышления» в образовательной вузовской среде. / Интернет-журнал «Наукovedение» <http://naukovedenie.ru> Выпуск 5 (24), сентябрь – октябрь 2014 publishing@naukovedenie.ru.

14. Берулава Г.А. Инновационная сетевая парадигма обучения и воспитания студентов в условиях современного информационного пространства // Гуманитаризация образования. 2010. № 4. С. 8–23.

15. Тестов В.А. Информационное общество: переход к новой парадигме в образовании // Педагогика. 2012. № 4. С. 3–10.

16. Ученые: Интернет влияет на человеческую память. / <http://focus.ua/tech/193789>.

17. Коробанова Ж.В., Суркова Д.А., Хан И.А., Яровенко Н.С. Образовательные технологии геймификации в вузе и «клиповое мышление». / В сборнике: Формирование общекультурных и профессиональных компетенций финансиста. Сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей Финансового университета при Правительстве Российской Федерации. Редакционная коллегия: А.Н. Лебедев, Н.В. Анненкова Е.В. Камнева, Ю.Е. Мужичкова. Москва, 2014. С. 124–131.

18. Полевая М.В. Инновационные технологии современного образования. Учебное пособие / Москва, 2007.

19. Духнич Ю. Дистанционное обучение в СНГ: тренды развития в 2010–2013 гг. —

6. Girenok F.I. Antropologicheskie konfiguratsii filosofii // Filosofiya nauki. – Vyp. 8: Sinergetika chelovekomernoy real'nosti. – M.: IF RAN, 2002. Pp. 415–420. (in Russ.)

7. Fel'dman A.B. Klipovoe myshlenie [Electronic resource]. Available at: <http://ruskolan.xpomo.com/tolpa/klip.htm> (Accessed: 24.09.2014). (in Russ.)

8. Frumkin K.G. Klipovoe myshlenie i sud'ba lineynogo teksta [Elektronnyy resurs]. // Topos: literaturno-filosofskiy zh-l. 2010. №9. <http://www.topos.ru/article/7371> (dostup svobodnyy). (in Russ.)

9. Nesterova L.Yu. Preimushchestva lektzii-vizualizatsii v usloviyakh rasprostraneniya sredi studentov klipovogo myshleniya. Vysshee obrazovanie segodnya. 2015. № 7. Pp. 28–31. (in Russ.)

10. Pospelova O.I., Polevaya M.V. Znachenie pravil'nogo pedagogicheskogo obshcheniya v obrazovatel'nom protsesse vysshikh uchebnykh zavedeniy. // Nauchnyy vestnik MGIIT. 2012. № 4 (18). Pp. 75–78. (in Russ.)

11. Larry D. Rosen Me, MySpace, and I Parenting the Net Generation. – Palgrave Macmillan, 2007. Pp. 11–13.

12. Kuznetsov V.G., Kuznetsova I.D., Mironov V.V., Momdzhyan K.Kh. Filosofiya. Uchebnik. / [Electronic resource]. Available at: http://www.gumer.info/bogoslov_Buks/Philos/kuzn/02.php. (in Russ.)

13. Semenovskikh T.V. Fenomen «klipovogo myshleniya» v obrazovatel'noy vuzovskoy srede. / Internet-zhurnal «Naukovedenie» [Electronic resource]. Available at: <http://naukovedenie.ru> Vol. 5 (24), sentyabr' – oktyabr' 2014 (in Russ.)

14. Berulava G.A. Innovatsionnaya setevaya paradigma obucheniya i vospitaniya studentov v usloviyakh sovremennogo informatsionnogo prostranstva // Gumanitarizatsiya obrazovaniya. 2010. № 4. Pp. 8–23. (in Russ.)

15. Testov V.A. Informatsionnoe obshchestvo: perekhod k novoy paradigme v obrazovanii // Pedagogika. 2012. № 4. Pp. 3–10. (in Russ.)

16. Uchenye: Internet vliyaet na chelovecheskuyu pamyat'. / [Electronic resource]. Available at: <http://focus.ua/tech/193789>. (in Russ.)

17. Korobanova Zh.V., Surkova D.A., Khan I.A., Yarovenko N.S. Obrazovatel'nye tekhnologii geymifikatsii v vuze i «klipovoe myshlenie». / V sbornike: Formirovanie obshchekul'turnykh i professional'nykh kompetentsiy finansista. Sbornik nauchnykh trudov studentov, aspirantov i prepodavateley Finansovogo universiteta pri Pravitel'stve Rossiyskoy Federatsii. Redaktsionnaya kollegiya: A.N. Lebedev, N.V. Annenkova E.V. Kamneva, Yu.E. Muzhichkova. Moskva, 2014. Pp. 124–131. (in Russ.)

18. Polevaya M.V. Innovatsionnye tekhnologii sovremennogo obrazovaniya. Uchebnoe posobie / Moskva, 2007. (in Russ.)

19. Dukhnich Yu. Distantcionnoe obuchenie v SNG: trendy razvitiya v 2010–2013 gg. [Electronic

<http://www.all-webinars.com/analys/distancionnoeobuchenie-v-sng-trendy-razvitiya-v-2010-2013-gg>.

20. *Пронин В.В.* Клиповое мышление студента в дистанционном обучении. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2014. № 2–2. С. 468–471.

21. *Травнев В.А., Гуркин В.Ф., Травнев О.В.* Дистанционное обучение и его развитие. М., 2008.

22. *Зеленцов Б.П., Тятенкова И.И.* Формирование мыслительных способностей студентов. // В сборнике: Непрерывное профессиональное образование Международный сборник научных статей. Сибирская академия финансов и банковского дела; Научный редактор Н.В. Фадейкина. 2009. С. 198–203.

23. Условия эффективного использования видеоконтента в «жизненной навигации» А.С. Огнев, Э.В. Лихачева, М.Г. Сидоренко, К.А. Казаков. / Вестник Воронежского государственного технического университета. №3–2. – том 9. – 2013 – С. 1–4.

24. *Ковардаковская М.А.* Современные виды и формы вузовской лекции / <http://www.ulsu.ru/com/faculties/kva/material1/lekziya/>

25. *Красинская Л.Ф.* Учимся учить по-новому, или о неиспользованных возможностях лекции // Высшее образование в России. 2011. № 2.

26. *Задорина О.С.* Вузовская лекция в контексте современной ситуации в образовании. / Педагогическое образование в России. – 2012. – №4. – С. 121–124.

27. *Аксенов Л.Б.* Влияние клипового мышления на образовательный процесс в вузе. / Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. – №10. – С. 320–323.

resource]. Available at: <http://www.all-webinars.com/analys/distancionnoeobuchenie-v-sng-trendy-razvitiya-v-2010-2013-gg>. (in Russ.)

20. *Pronin V.V.* Klipovoe myshlenie studenta v distantsionnom obuchenii. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. 2014. № 2–2. Pp. 468–471. (in Russ.)

21. *Travnev V.A., Gurkin V.F., Travnev O.V.* Distantsionnoe obuchenie i ego razvitie. M., 2008. (in Russ.)

22. *Zelentsov B.P., Tyatenkova I.I.* Formirovanie myslitel'nykh sposobnostey studentov. // V sbornike: Nepreryvnoe professional'noe obrazovanie Mezhdunarodnyy sbornik nauchnykh statey. Sibirskaya akademiya finansov i bankovskogo dela; Nauchnyy redaktor N.V. Fadeykina. 2009. Pp. 198–203. (in Russ.)

23. Usloviya effektivnogo ispol'zovaniya videokontenta v «zhiznennoy navigatsii» A.S. Ognev, E.V. Likhacheva, M.G. Sidorenko, K.A. Kazakov. / Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. №3–2. – tom 9. – 2013 – Pp.1–4. (in Russ.)

24. *Kovardakovskaya M.A.* Sovremennye vidy i formy vuzovskoy lektsii / [Electronic resource]. Available at: <http://www.ulsu.ru/com/faculties/kva/material1/lekziya/> (in Russ.)

25. *Krasinskaya L.F.* Uchimsya uchit' po-novomu, ili o neispol'zovannykh vozmozhnostyakh lektsii // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2011. № 2. (in Russ.)

26. *Zadorina O.S.* Vuzovskaya lektsiya v kontekste sovremennoy situatsii v obrazovanii. / Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. – 2012. – №4. – Pp.121–124. (in Russ.)

27. *Aksenov L.B.* Vliyaniye klipovogo myshleniya na obrazovatel'nyy protsess v vuzе. / Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2014. – №10. – Pp. 320–323. (in Russ.)

Сведения об авторах

Сергей Анатольевич Полевой

Доктор технических наук, доцент, профессор
Департамента менеджмента Финансового
университета при Правительстве Российской
Федерации, Москва, Россия
Эл. почта: SAPolevoy@fa.ru

Валентина Васильевна Павлова

Кандидат экономических наук,
Ведущий научный сотрудник научной школы
«Управление человеческими ресурсами»
Российский экономический университет
им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: vvpavlova@gmail.com

Information about the authors

Sergey A. Polevoy

Doctorate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Professor of the Department of management
Financial University under the Government of the Russian
Federation, Moscow, Russia
E-mail: SAPolevoy@fa.ru

Valentina V. Pavlova

Candidate of Economic Sciences,
Leading researcher of HR Management Scientific School
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: vvpavlova@gmail.com

Комплекс для изучения энергетически автономных коллективов роботов

В статье рассматривается проект создания учебно-исследовательского программно-аппаратного комплекса, предназначенного для использования в образовательной проектной деятельности и основанный на тематике энергетически автономной робототехники.

Важной особенностью комплекса является междисциплинарность, так как робототехника объединяет в себе множество областей науки и техники: механику, конструирование, электронику, программирование, элементы искусственного интеллекта, энергетику и другие. Учащиеся получают базовые знания в этих областях и практические навыки по решению реальных задач, требующих конвергентного подхода.

Комплекс является показательным экспериментальным базисом, позволяющим изучать особенности управления роботом и его программно-аппаратную структуру при внесении конструктивных изменений, в том числе и при использовании различных энергетических блоков: солнечных, топливных, термоэлектрических и других. Энергетические блоки — преобразователи и источники различной возобновляемой энергии — можно рассматривать как с теоретической точки зрения, т.е. со стороны принципов их функционирования, так и с практической — знакомиться с их применением в реальных системах. Другой важный аспект работы с комплексом — разработка программной архитектуры робота и коллектива роботов,

изучение особенностей взаимодействия между ними. Помимо выполнения целевой задачи, в алгоритме функционирования робота должны учитываться вспомогательные задачи, такие как поддержание уровня заряда аккумулятора, коммуникация с другими членами коллектива при многоагентном управлении, что позволяет изучать распределение приоритета между этими задачами, что показано на примере многокритериальной оптимизации.

Прототип комплекса и работа с ним согласно описываемому подходу была частично апробирована путём проведения вычислительных экспериментов с алгоритмами, основанными на различных поисковых методах — случайном поиске, поиске ближайшего источника и методе многокритериальной оптимизации, — многоагентной парадигме, адаптивном управлении, которые показывают разнообразие возможных подходов и иллюстрируют процесс работы учащихся с комплексом. Аппаратная база апробировалась тестированием различных энергетических модулей, а также сборкой робота из модулей предложенной элементной базы. Результаты показали возможность и перспективность изучения разнообразных междисциплинарных тем с помощью разработанного программно-аппаратного комплекса.

Ключевые слова: групповая робототехника; энергетическая автономность; учебный набор; сбор энергии; мобильный робот.

Maxim A. Rovbo¹, Aleksandr A. Malyshev^{1, 2}

¹ National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

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

Energetically self-sufficient robot group study kit

The article considers the project of educational and research software and hardware kit, designed for the use in educational project activities, based on the theme of energetically autonomous robots.

An important feature of the complex is its interdisciplinarity since robotics combines many fields of science and technology — mechanical design, electronics, programming, elements of artificial intelligence, energy science and others. Students can receive basic knowledge in these areas as well as gain practical skills in solving real problems that require a convergent approach.

The kit serves as an experimental basis that allows studying intricacies of robot control and its hardware and software design while making structural changes, including using different power units: solar, fuel, thermoelectric and others. Power units (converters and the various sources of renewable energy) may be considered both from the theoretical point of view, i.e. from the principles of their functioning and from the practical aspect — studying their practical application in real systems. Another important aspect of the system is the development of software architecture for a robot and for a team of robots as well as studying the interactions between them. In addition to perform

the target task, ancillary tasks such as maintaining the battery level, communication with other team members in a multi-agent system, should be considered in the control algorithm of the robot, which allows studying the distribution of priorities between these objectives, as shown in the example of multicriteria optimization.

The prototype of the kit and its usage according to the described approach have been partially validated by conducting computational experiments with algorithms based on different search methods (random search, closest source and multi-criteria optimization methods), multi-agent paradigm and adaptive control which show a variety of possible approaches and illustrate the process of students' work. The hardware base has been validated by testing various energy modules and robot assembling, using the modules of the proposed kit. The results showed the possibility and potential of studying a variety of interdisciplinary themes, using the developed hardware and software complex.

Keywords: group robotics; energy self-sufficiency; educational kit; energy collection; mobile robot.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РНФ №16-11-00018 (раздел «Системы групповой робототехники и многоагентный подход», частично введение).

Введение

Проектный подход в обучении в настоящее время считается перспективным методом, приближающим процесс обучения к условиям решения реальных задач, стимулирующим интерес учащихся к изучаемой теме, дающим им разносторонние навыки, в том числе те, которые связаны с работой командами и позволяющим учащимся с разными интересами и уровнем подготовки одновременно работать над решением одной проблемы [1]. Несмотря на некоторую неопределённость в толковании термина «проектная деятельность» [2], эти и другие преимущества неоднократно обсуждались в литературе [3, 4] и особенности применения подхода анализировались на практических примерах [5].

Применение проектного подхода для обучения в сложных новых областях требует подготовленного оборудования и специалистов, способных направлять процесс творческого поиска учащихся и получения ими соответствующих знаний, а также конкретики в определении исследуемой проблемы. Для этого необходимо ограничиться рассмотрением определённого круга задач, тематически связанных друг с другом, давать обзорную информацию по ряду методов, применяющихся для решения задач в рассматриваемой и смежных областях и предлагать группе проблемы, способствующие использованию предоставленных материалов. В то же время, чтобы предоставить возможность учащимся получить базовые знания и навыки из различных областей и задействовать умения из различных областей, необходимо выбрать такую предметную область, которая соединяет в себе разные области. Одной из таких дисциплин является робототехника, являющаяся синергетической областью, естественным

образом сочетающей в себе механику, электронику, а также различные науки, относящиеся к разработке программ и алгоритмов и смежные области.

В данной статье предлагается подход к созданию учебно-методического комплекса на основе разработанного междисциплинарного комплекса, предназначенного для использования в проектной деятельности при разработке и изучении энергетической автономности роботов. Он представляет из себя набор модулей, позволяющих собирать мобильных роботов, экспериментировать с различными энергетическими элементами по отдельности, изучать работу группы роботов и соответствующие алгоритмы, осваивать смежные области. В отличие от подхода к проектной деятельности, в которой кейс выбирается и строится под изучаемую область целиком, включая подбор соответствующего материала (например, кейсы, описанные в [6]), описываемый комплекс предлагается использовать как единую базу для ряда кейсов, причём решения могут предлагаться ориентированные на различные аспекты системы: к примеру, повысить энергоэффективность системы можно как умелой оптимизацией алгоритма одного устройства, так и использованием координирующей группы роботов. Преимуществами предлагаемого подхода являются:

- междисциплинарность и непосредственная взаимосвязь между областями в рамках одного проекта;
- привлечение учащихся к решению актуальных научно-технических задач;
- ознакомление учащихся с некоторыми современными проблемами области одновременно с возможностью изучения стандартных учебных дисциплин в рамках проектного подхода.

В настоящее время активно развивается мобильная робототехника, расширяется круг практических задач, в которых применяются роботы. В связи с использованием роботов вне специально подготовленных зон, таких как производственные помещения, возникает множество проблем, связанных с их безопасной и надёжной работой. Одним из аспектов автономности является энергетическая независимость: робот должен работать максимально длительное время с минимальными затратами на его обслуживание в плане подзарядки. Сейчас наиболее распространённой является схема эксплуатации, при которой пополнение запаса энергии осуществляется человеком, меняющим на роботе аккумуляторы, пополняющим его топливный запас или подключающим к сети электропитания. Для применения в длительных миссиях, в особенности космических, используются невозполняемые источники энергии, например, на основе радиоактивных изотопов, которые способны длительное время обеспечивать устройство энергией, а также солнечные панели в комбинации с аккумуляторами для медленного пополнения запасов. Тем не менее, в силу дороговизны подобных решений, ограниченности энергозапаса, который может взять с собой робот, и скорости пополнения при использовании солнечной энергии (а также её доступности в различных погодных условиях при наземном применении), вопрос автономного сбора и хранения энергии для решения целевых задач остаётся как никогда актуальным.

Энергетическая автономность технических устройств актуальна не только для роботов. Например, носимая электроника и беспроводные датчики, потребляющие сравнительно небольшую мощность, могут использовать один из способов

сбора энергии: солнечной, механической (вибрации), тепла и других. Но энергопотребление роботов и сложность среды, в которой они работают, значительно выше, чем у перечисленных устройств. В то же время, у мобильных роботов есть возможность взаимодействовать со своей средой и перемещаться в ней. Для использования этого преимущества и компенсации повышенных энергозатрат роботов требуется создание особых адаптивных алгоритмов управления отдельными единицами и группами роботов, позволяющих им эффективно работать в меняющейся среде, справляться со сбоями в системе и балансировать выполнение целевой функции со сбором энергии.

Содержание статьи организовано следующим образом. Сначала описывается проблематика области энергетической автономности робототехнических систем, далее идут разделы, описывающие отдельные аспекты учебного комплекса с пояснениями стоящей за ними теории и проблем, которые могут быть затронуты: энергетические источники, аппаратно-программная структура отдельных роботов, алгоритмическое обеспечение отдельного робота и объединение роботов в группу для достижения совместных целей.

тически применимые в исследуемой области.

Солнечные панели. Одним из самых часто используемых источников является солнечная энергия. Солнечные панели повсеместно применяются, где позволяют условия окружающей среды. Они преобразуют солнечный свет в электрическую энергию. Преобразование энергии основано на фотовольтаическом эффекте, который характеризуется появлением напряжения или электрического тока в веществе под воздействием света. В настоящее время эффективность солнечных панелей колеблется от 9 % до 44,4 % [8]. На потребительском рынке встречаются в основном панели, эффективность которых составляет около 19 % [9]. Выходные характеристики панели связаны с её площадью. Уже сравнительно небольшие панели с площадью 80 см² обеспечивают мощность в 1 Вт [10].

Элемент Пельтье – термоэлектрический преобразователь энергии. Представляет собой множество соединённых последовательно термопар. Работа элемента основана на эффекте Пельтье, заключающемся в поглощении или выделении тепла при прохождении электрического тока в месте спая двух разнородных проводников. Однако имеет место и обратный эффект, т.н.

эффект Зеебека – возникновение ЭДС в цепи разнородных проводников, последовательно соединённых, когда их контакты находятся при различных температурах. Таким образом, можно получать энергию, обеспечивая разность температур на обкладках элемента Пельтье.

Топливные элементы. Ещё одним активно используемым источником энергии является топливный элемент. Топливом являются спирты (этиловый, метиловый), водород, другие вещества. Конструкция элементов очень схожа для всех видов топлива – два электрода (катод и анод), между которыми располагается электролит (мембрана). Энергия вырабатывается за счёт электрохимической реакции [11]. Существенным недостатком топливных элементов на спиртах является их ядовитость.

Биотопливные элементы. Другими видами топливных элементов являются биотопливные элементы (БТЭ) – ферментные, микробные, с абиотическим катализатором [12]. Эти элементы разрабатываются в том числе и для очистки сточных вод от органических примесей, что положительно сказывается на экологии. Однако пока что их выходные характеристики невелики (см. табл. 1).

Пробные источники. Простой гальванический элемент

Таблица

Сравнение характеристик преобразователей энергии

	Напряжение, В	Мощность установок, мВт	Условия эксплуатации
Идеальный источник	5	1000	Любые
Солнечная батарея	6–12	1250	Солнечная погода
Элемент Пельтье	16	40000	Разность температур на пластинах элемента
Самодельный гальванический элемент из мандарина	1,5	0,15	Любые
Спиртовая ячейка	0,5	40	Любые
Ферментный БТЭ [13]	0,5	288	Рабочая температура не выше 37° С
Микробный БТЭ [14,15]	–	4,8	Рабочая температура не выше 37° С
ТЭ с абиотическим катализатором [16]	0,8	36,8	Ограничивается термостабильностью конструкционных материалов

1. Энергетические источники

Существует ряд уже устоявшихся источников альтернативной энергии, используемых в настоящий момент: солнечные, энергия ветра, гидроэнергия, тепловые и геотермальные, биоэнергетические, некоторые другие [7]. Однако не все они подходят для использования в мобильной робототехнике. В первую очередь это связано с условиями эксплуатации, размерами и массой установок. Поэтому далее рассматриваются только источники, гипотетически применимые в исследуемой области.

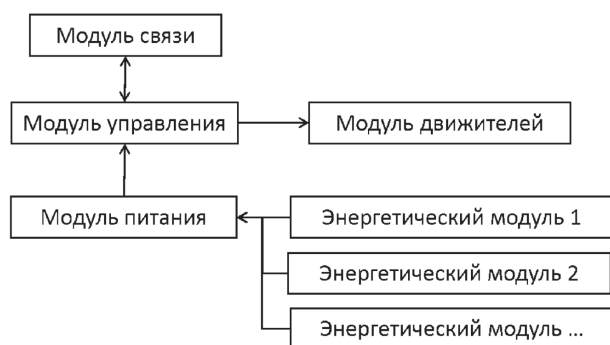


Рис. 1. Модульное представление робота

можно сделать из обычных фруктов и овощей. Так как плоды содержат в себе слабые растворы кислот, их можно использовать в качестве электролита. Поместив в плод пару электродов, с их концов можно снять напряжение. Источник интересен своей наглядностью, а разнообразие плодов и материалов для электродов позволяет проводить большое количество экспериментов.

Таблица содержит сводную информацию о рассмотренных источниках (для элемента Пельтье приведена максимальная теоретическая оценка показателей; на реальных экспериментах данные заметно отличаются в худшую сторону — сказываются потери при передаче тепла, проблемы с охлаждением одной из обкладок). Показатель мощности рассчитывается для установки с размерами $10 \times 10 \times 10 \text{ см}^3$ — такой объём принят за единицу размерности энергетической установки. Установка располагает одним «идеальным источником» и одной парой электродов для самодельного гальванического элемента. Реализацией «идеального источника» приближённо считается индукционный источник, обеспечивающий мощность в 1 Вт при 5 В, от которого можно зарядиться в любое время, в любом месте, независимо от состояния внешней среды. Он рассматривается как источник, с показателями которого сравнивают показатели других

источников. Удобен он для рассмотрения из-за его повсеместной доступности, независимости от состояния окружающего мира и предсказуемых показателей в любой точке испытательного полигона. Для остальных элементов удельная мощность рассчитывается, исходя из количества элементов, которые могут быть размещены в объёме установки.

В основе работы многих рассмотренных преобразователей энергии лежат явления физики и химии, изучаемые в школе. Использование в образовательном наборе подобных элементов позволяет прово-

дить эксперименты, наглядно показывая те явления, которые ими изучались в теории.

2. Модульная программно-аппаратная конструкция

Образовательный набор включает модули — функционально обособленные, физически отделённые элементы, — и конструктивные элементы — крепления модулей, соединительные трубки. На первом этапе проектирования проектная группа выбирает модули, которыми она будет оснащать платформу. На рис. 1 представлен пример структуры подобной системы.

Стоит заметить, что в этой структуре есть варьируемые части — энергетические модули. В зависимости от окружающей среды, в которой планируется использовать робота, выбирается его энергетическое оснащение.

Модуль управления выполняет управляющую программу, служит для координации работы всех подсистем робота. Если необходимо связаться с

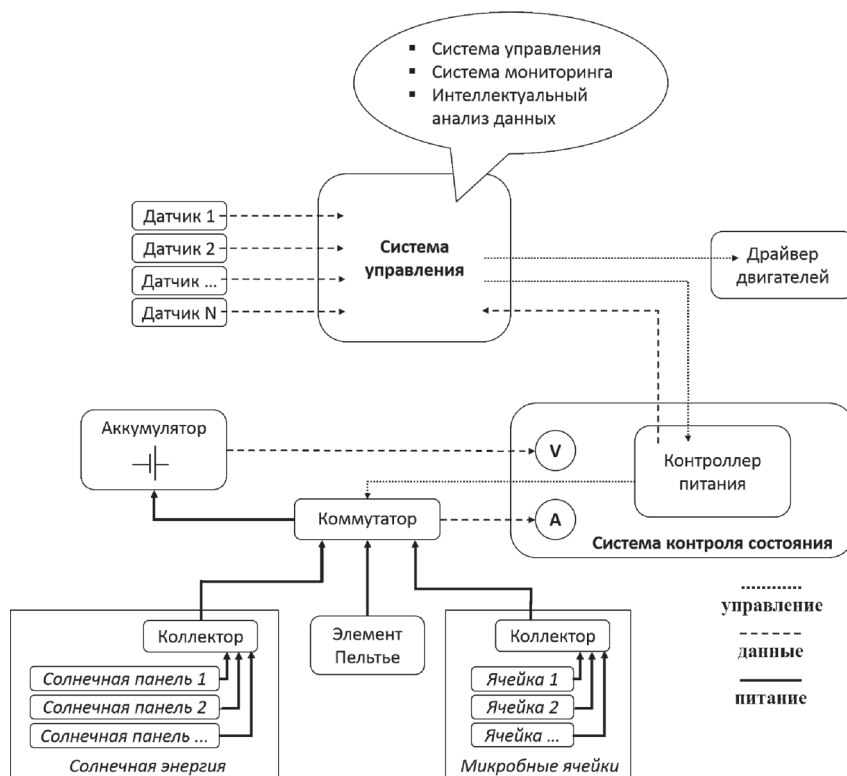


Рис. 2. Программно-аппаратная архитектура робота

компьютером, можно использовать *модуль связи*. *Модуль питания* включает в себя всю систему питания и контроля за ним: батарею, систему контроля состояния, коммутатор (используется для подключения энергетических модулей к аккумулятору). *Энергетические модули* — модули, обеспечивающие получения энергии из возобновляемых источников.

На рис. 2 представлен пример программно-аппаратной архитектуры робота. В зависимости от решаемой задачи архитектура может изменяться: добавляются новые энергетические модули, используются дополнительные модули движителей, новые датчики.

3. Многокритериальный выбор источника

Когда перед роботом ставятся две конкурирующие задачи — «выживание» в среде и выполнение некоторой целевой задачи, — встаёт вопрос: выполнение какой задачи приоритетнее в настоящий момент. Так как основным предназначением робота является выполнение целевой задачи, приоритет у неё выше; однако, когда появляется угроза существованию робота, например, возникает препятствие на пути следования, или аккумулятор практически разряжен, вопрос самосохранения оказывается важнее, и робот должен прервать выполнение целевой задачи. Когда выходит из опасного состояния, он возвращается к выполнению целевой задачи.

Та же проблема выбора встаёт перед роботом, когда ему приходится выбирать между несколькими источниками — все они различаются по типу используемой энергии, удалённости, продолжительности существования, состояние окружающей среды так же может влиять на «качество» источника (например, зарядиться от солнца в пасмурный

день намного труднее и дольше, чем в солнечный) — эти и другие характеристики могут влиять на оценивание источников.

Существует огромное количество методов, которые можно использовать для принятия решения, такие как скаляризация, интерактивный метод, генетические алгоритмы, математическое программирование. Проектная группа может пользоваться любым из существующих.

Для примера возьмём известную разновидность скаляризации — метод взвешенной суммы, являющийся оптимальным по Парето [17].

$$F = c_1K_1 + c_2K_2 + c_3K_3 + \dots + c_nK_n = \sum_{i=1}^n c_iK_i, \quad (1)$$

где F — результирующий показатель качества источника;

K — критерий;

c — вес критерия в модели (должен быть строго положительным).

От того, насколько хорошо будет настроен поиск, т.е. заданы критерии и их веса в модели, зависит качество исполнения целевой функции. Для того чтобы применить этот метод необходимо выбрать весовые параметры, которые означают приоритет источника при выборе в конкретной среде.

Выбор данных параметров непосредственно влияет на эффективность работы системы и потому требует оптимизации. Перед группой учащихся ставится задача определения критериев и их значимости для системы. Им предлагается включать конструктивные элементы (включая источники), поработать с теорией, порассуждать над важностью различных явлений, взглянуть на них с другого угла. Оценка качества выполнения задачи производится по следующему принципу: лучшей является та модель, которая прошла наибольшее количество кругов за фиксированный промежуток времени.

Рассмотрим следующий пример: перед учащимися поставили задачу — провести моделирование патрулирования территории роботом и сравнить несколько алгоритмов поиска источников энергии для подзарядки. Для проверки качества работы алгоритма можно использовать количество кругов, которое проходит робот за фиксированное время; проверка алгоритмов осуществляется при различной плотности распределения источников, показывающей какой процент территории занимают источники. В модели плотность меняется от 0.1 до 0.9 с шагом 0.2. Группа решила, что

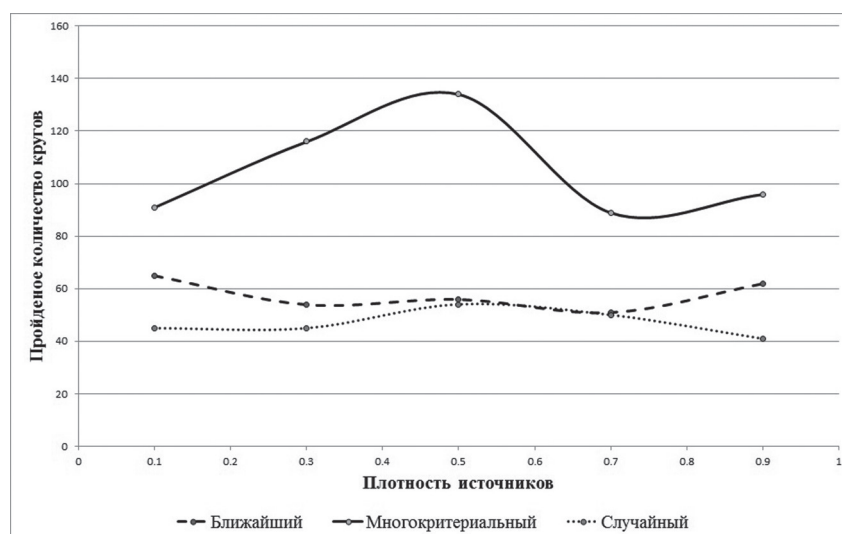


Рис. 3. Эффективность алгоритмов выбора источника энергии

робот будет подзаряжаться от трёх источников: солнца, термоэлектрического источника и биотоплива. Для сравнения выбрали три алгоритма: случайный поиск источника, ближайший источник и многокритериальный поиск с двумя равнозначными критериями: дистанция до источника и тип источника. В последнем случае выражение (1) принимает вид $F = 0,5d + 0,5St$.

Робот перемещается по полигону фиксированное время, выполняя исследовательскую функцию и подзаряжаясь по мере необходимости. По истечению установленного времени, фиксируется пройденное количество кругов. Эксперименты проводятся для всех алгоритмов. На рис. 3 изображён график зависимости количества пройденных роботом кругов от плотности распределения источников. Из него видно, что самым лучшим алгоритмом является многокритериальный поиск, а худшие показатели дал случайный поиск. Наличие явного экстремума на графике многокритериального поиска можно связать с несовершенством модели.

Вовлечение в процесс моделирования нескольких групп учащихся позволяет внести соревновательный элемент. Поэтому разработку алгоритмов и получение результатов можно поручить нескольким группам, что повысит интерес к процессу.

4. Системы групповой робототехники и многоагентный подход

Учащимся предлагается в рамках комплекса изучить также задачи разработки архитектуры роботов. Их можно условно разделить на задачи создания архитектуры отдельного робота (внутренняя структура его программы) и архитектуры группы роботов — структуры их взаимодействий, каналов связи между ними,

протоколов и т.п. Учащимся предлагается освоить навыки разработки архитектуры роботов как классическим подходом построения иерархии уровней управления, так и реализовать многоагентный подход к построению архитектуры отдельного робота.

Идея многоагентного подхода заключается в данном случае в разделении общей архитектуры управления на отдельные обособленные части, каждая из которых инкапсулирует конкретную задачу, например, поддержание уровня энергии робота в приемлемых рамках, или приближение к целевой позиции. Выделенные виртуальные агенты должны управлять одними и теми же актуаторами, поэтому каждый агент вносит свой вклад в действия робота. Итоговое действие может вычисляться на основе различных алгоритмов: суммирование выходов с весами, голосование и т.д. Некоторые из этих методов также применимы для управления группой роботов, что подробнее описано далее.

Групповая робототехника. Одним из подходов к решению сложных задач в робототехнике является построение коллектива роботов, кооперирующихся друг с другом для достижения определённых целей. При этом возможным становится использовать распределённость системы в пространстве, а решения сложной задачи можно достичь не только путём усложнения конструкции роботов, но увеличением группировки относительно простых роботов. В рамках предлагаемого подхода учащиеся смогут научиться решать такие задачи групповой робототехники как фуражирование, стайная охота, передвижение группой и другие.

Этот подход можно применить и для изучения способов решения проблемы энергетической автономности группы

роботов, что подтверждается рядом работ, показывающих как повышение эффективности сбора и использования энергии [18,19] так и перспективность подхода для решения проблемы энергетической автономности роботов в реальных условиях [20]. Идеей использования группы в этом случае является распределение задач между роботами: целевой, для которой и создаётся робототехническое решение, задачей сбора энергии и поддержания работоспособности группы (энергетическая автономность), и прочих, вспомогательных задач, таких как построение карты местности или нахождение ключевых объектов.

Построение такой группы можно осуществлять по разным принципам. Одним из направлений исследований в групповой робототехнике является изучение биологических систем с целью применения принципов их организации для построения коллектива роботов (биоинспирированные алгоритмы). Это объясняется тем, что живые системы зачастую демонстрируют достижение многих желаемых качеств робототехнических систем: устойчивость к внешним воздействиям, работа в неизвестной среде, эффективность и т.д. В случае с распределёнными мобильными системами, собирающими энергию, естественным примером являются эусоциальные коллективы, например, муравьи. Для создания искусственных систем, работающих по схожим принципам, необходимо реализовать соответствующие механизмы, составляющие основу искусственного социального коллектива. Такие системы будем называть коллективами с социальной структурой.

Основных социальных механизмов, которые необходимо исследовать и реализовать в робототехническом коллек-

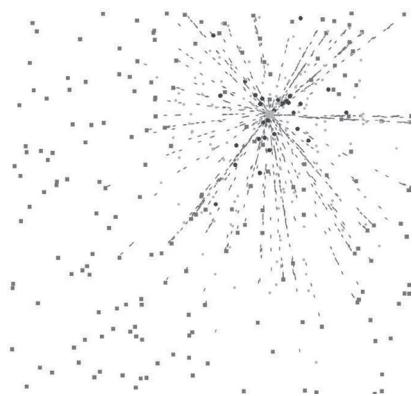


Рис. 4. Сбор пищи (серые квадраты) муравьями (тёмные точки) с использованием направленных феромонов (продолговатые отметки)

тиве, весьма много [21], что даёт большой простор как для проведения исследований, так и для поиска решений в проектной деятельности. Возможно изучать и успешно применять и отдельные аспекты эусоциальных групп, а также различным образом формулировать саму задачу построения энергетически автономного коллектива. Одной из возможных постановок этой задачи является построение системы, выполняющей некую целевую задачу, например, патрулирование территории, со свойством территориального гомеостазиса (т.е. устойчивой работы, в данном случае поддержанием уровня энергии, в меняющихся условиях [22]): система должна поддерживать свою автономную работу одновременно с выполнением задачи на ограниченной и фиксированной территории. Классическим примером формальной постановки задачи для подобной группы робототехнических агентов является задача фуражирования [23,24] (сбор пищи группой «муравьёв»).

Групповое фуражирование. Рассмотрим применение механизма распределения ролей для решения задачи территориального гомеостазиса, продемонстрированного в работе [25], где задача рассматривается исключительно

с позиций поддержания работоспособности группы, т.е. оптимизации сбора энергии с территории. Для изучения алгоритмов в групповой робототехнике зачастую используется имитационное моделирование, чтобы снизить стоимость и ускорить изучение взаимодействий больших групп, поэтому далее будем рассматривать задачу на примере использования одной из сред моделирования (Repast Simphony [26]). Это также демонстрирует возможность разделения в ходе проектной деятельности ответственности за различные части системы между участниками: кто-то может независимо разрабатывать алгоритм, в то время как другие — заниматься проектированием отдельного устройства или изучением эффективности источников энергии.

В данном примере модель (см. рис. 4) представляет собой двумерный мир, на котором группа агентов (роботов) собирает энергию из возобновляемых источников в центральное хранилище («муравейник»). При переложении задачи на реальные устройства, необходимо также введение возможности пополнения бортовой системы робота энергией из

гнезда, но для рассмотрения особенностей алгоритма рассматривается упрощённая задача. Каждый робот обладает набором параметров, от которых зависит его поведение, в частности, склонность двигаться по оставляемым «феромонам», хранящих информацию о направлении на источник пищи, и максимальное удаление от «гнезда». Эти параметры могут принимать несколько наборов, каждый из которых называется «ролью». Это позволяет выделить несколько типов агентов: разведчики, которые могут далеко отходить от «гнезда» для нахождения новых источников энергии и «носильщиков», которые склонны передвигаться на короткие дистанции по феромонным следам. Коммуникация между агентами осуществляется исключительно феромонами. При возвращении в гнездо, в зависимости от успешности выполнения агентом своей роли, он может с некоторой вероятностью переключиться в другую роль, что обеспечивает адаптацию группы к внешним условиям.

Одним из наблюдаемых эффектов является выход некоторых агрегированных характеристик (например, соотношение ролей в группе и скорости сбора энергии на



Рис. 5. Выход на установившуюся скорость сбора энергии

рис. 5) на установившиеся значения. Скорость сбора энергии в окне времени можно использовать как критерий эффективности работы группы роботов.

Изменения в любой из нижележащих моделей влекут за собой другое поведение коллектива, поэтому их выбор, несомненно, важен. Сам метод, в некотором смысле, является управлением с помощью параметрической регуляции, при которой параметрами коллектива выступают характеристики агентов, влияющие на их поведение. Это позволяет использовать алгоритмы поведения отдельного робота, рассмотренные в предыдущем разделе, как базу, параметры которой управляются алгоритмом следующего уровня.

Обсуждение и заключение

Таким образом, предложенный междисциплинарный подход к проектному обучению ставит приоритет на получении учащимися знаний о современных проблемах в различных областях, в то же время позволяя усвоить информацию об основах, и подчеркнуть особенности реальных задач, в которых знания из смежных областей должны одновременно применяться в рамках одного проекта. Достичь данной цели предлагается с помощью построения проектной деятельности на основе единого разработанного программно-аппаратного комплекса, построенного вокруг тематики энергетически автономной групповой робототехники, и руководства спе-

циалиста в области, который сможет направлять учащихся в изучении и применении полученных знаний для реализации проекта.

Этот комплекс позволяет изучать механику, экспериментировать с разнообразными источниками сбора энергии, в том числе микробными ячейками, исследовать алгоритмы управления одним и группой роботов. Основные идеи, изложенные в статье, были частично апробированы путём проведения соответствующих экспериментов и выполнения некоторых характерных задач с помощью средств, поддерживаемых данным комплексом. Эти решения были описаны в разделах статьи про многокритериальный выбор источника и задачу фуражирования.

Литература

1. Махотин Д.А. Проектный подход к технологии обучения в системе высшего профессионального образования // Подготовка специалистов в области менеджмента качества. 2005. № 1. С. 11–21.
2. Фещенко Е.М. Проектный подход и его роль в формировании профессиональной компетентности педагога-психолога // Образование и общество. 2008. № 6. С. 54–59.
3. Петегем В.В., Каменски Х. Образование для инноваций (применение передовой методики преподавания в ЮФУ). Южный Федеральный университет, 2009. 120 с.
4. Переверзев Л.Б. Проектный подход к образовательным проблемам // Методология учебного проекта. Сборник статей. Москва: МИОО, 2001.
5. Павловская С.В., Сироткина Н.Г. Анализ опыта проектной деятельности при преподавании управленческих дисциплин в вузах // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4.
6. Сафонова Е.И. Рекомендации по использованию инновационных образовательных технологий в учебном процессе. Москва: Российский государственный гуманитарный университет, 2011. С. 71.
7. Adib R., Murdock H.E., Appavou F., Brown A., Epp B., Leidreiter A., Lins C., Murdock H.E., Musolino E., Petrichenko K., Farrell T.C., Krader T.T., Tsakiris A., Sawin J.L., Seyboth K., Skeen J., Sovacool B., Sverrisson F., Martinot E. Renewables 2016 Global Status Report // Global Status Report.

References

1. Makhotin D.A. Proektnyy podkhod k tekhnologii obucheniya v sisteme vysshego professional'nogo obrazovaniya // Podgotovka spetsialistov v oblasti menedzhmenta kachestva. 2005. № 1. Pp. 11–21. (in Russ.).
2. Feshchenko E.M. Proektnyy podkhod i ego rol' v formirovani professional'noy kompetentnosti pedagoga-psikhologa // Obrazovanie i obshchestvo. 2008. № 6. Pp. 54–59. (in Russ.).
3. Petegem V.V., Kamenski Kh. Obrazovanie dlya innovatsiy (primenenie peredovoy metodiki prepodavaniya v YuFU). Yuzhnyy Federal'nyy universitet, 2009. 120 P. (in Russ.).
4. Pereverzev L.B. Proektnyy podkhod k obrazovatel'nyim problemam // Metodologiya uchebnogo proekta. Sbornik statey. Moskva: MIOO, 2001. (in Russ.).
5. Pavlovskaya S.V., Sirotkina N.G. Analiz opyta proektnoy deyatel'nosti pri prepodavanii upravlencheskikh distsiplin v vuzakh // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. № 4. (in Russ.).
6. Safonova E.I. Rekomendatsii po ispol'zovaniyu innovatsionnykh obrazovatel'nykh tekhnologiy v uchebnom protsesse. Moskva: Rossiyskiy gosudarstvennyy gumanitarnyy universitet, 2011. 71 P. (in Russ.).
7. Adib R., Murdock H.E., Appavou F., Brown A., Epp B., Leidreiter A., Lins C., Murdock H.E., Musolino E., Petrichenko K., Farrell T.C., Krader T.T., Tsakiris A., Sawin J.L., Seyboth K., Skeen J., Sovacool B., Sverrisson F., Martinot E. Renewables 2016 Global Status Report // Global Status Report.

RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21st CENTURY (REN21), 2016. 272 с.

8. *Mathias*. Solar Cell Efficiency World Record Set By Sharp – 44.4% [Электронный ресурс]. 2013. URL: <http://cleantechnica.com/2013/06/23/solar-cell-efficiency-world-record-set-by-sharp-44-4>.

9. *Schultz, O., A. Mette, R. Preu, Glunz S.W.* Silicon solar cells with screen-printed front side metallization exceeding 19% efficiency // 22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. 2007. С. 980–983.

10. *Seed Studio*. «1w Solar Panel 80*100» [Электронный ресурс]. 2010.

11. *Кривобок В.П., Согоучов Н.С., Соловьёв А.А.* Электрохимия топливных элементов. Издательство Томского политехнического университета, 2008. 127–138 с.

12. *Готовцев П.М., Воробьёв В.В., Мигалёв А.С., Бадранова Г.У., Горин К.В., А.Н. Решетилов, Р.Г. Васильев*. Биоэнергетика для автономных роботов. Перспективные решения и современное состояние. // Вестник биотехнологий и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. 2015. Т. 11, № 2. С. 49–58.

13. *Kanwal A., Wang S.C., Ying Y., Cohen R., Lakshmanan S., Patlolla A., Iqbal Z., Thomas G.A., Farrow R.C.* Substantial power density from a discrete nano-scalable biofuel cell // *Electrochem. commun.* 2014. Т. 39. С. 37–40. DOI: 10.1016/j.elecom.2013.12.010.

14. *Du Z., Li H., Gu T.* A state of the art review on microbial fuel cells: A promising technology for wastewater treatment and bioenergy // *Biotechnol. Adv.* 2007. Т. 25, № 5. С. 464–482. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2007.05.004.

15. *Rosenbaum M.A., Franks A.E.* Microbial catalysis in bioelectrochemical technologies: status quo, challenges and perspectives // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2014. Т. 98. С. 509–518. DOI: 10.1007/s00253-013-5396-6.

16. *Elouarzaki K., Haddad R., Holzinger M., Goff A. Le, Thery J., Cosnier S.* MWCNT-supported phthalocyanine cobalt as air-breathing cathodic catalyst in glucose/O₂ fuel cells // *J. Power Sources.* 2014. Т. 255. С. 24–28. DOI: 10.1016/j.jpowsour.2013.12.109.

17. *Подиновский В.В., Потапов М.А.* Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений: pro et contra // *Математические методы и алгоритмы решения задач бизнес-информатики.* 2013. Т. 25, № 3. С. 41–48.

18. *Barca J.C., Sekercioglu Y.A.* Swarm robotics reviewed // *Robotica.* 2013. Т. 31, № 3. С. 345–359. DOI: 10.1017/S026357471200032X.

19. *Kernbach S.* Collective Energy Foraging of Robot Swarms and Robot Organisms // *Arxiv Prepr. arXiv1111.0873.* 2011.

20. *Sindi Y., Winfield, Melhuish S.* A feasibility study for energy autonomy in multi robot search

RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21st CENTURY (REN21), 2016. 272 P.

8. *Mathias*. Solar Cell Efficiency World Record Set By Sharp – 44.4% [Electronic resource]. 2013. Available at: <http://cleantechnica.com/2013/06/23/solar-cell-efficiency-world-record-set-by-sharp-44-4>.

9. *Schultz, O., A. Mette, R. Preu, Glunz S.W.* Silicon solar cells with screen-printed front side metallization exceeding 19% efficiency // 22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. 2007. Pp. 980–983.

10. *Seed Studio*. «1w Solar Panel 80*100» [Electronic resource]. 2010.

11. *Krivobokov V.P., Soguchov N.S., Solov'ev A.A.* Elektrokimiya toplivnykh elementov. Izdatel'stvo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2008. Pp. 127–138. (in Russ.).

12. *Gotovtsev P.M., Vorob'ev V.V., Migalev A.S., Badranova G.U., Gorin K.V., A.N. Reshetilov, R.G. Vasilov*. Bioenergetika dlya avtonomnykh robotov. Perspektivnye resheniya i sovremennoe sostoyanie. // *Vestnik biotekhnologiy i fiziko-khimicheskoy biologii imeni Yu.A. Ovchinnikova.* 2015. Vol. 11, № 2. Pp. 49–58. (in Russ.).

13. *Kanwal A., Wang S.C., Ying Y., Cohen R., Lakshmanan S., Patlolla A., Iqbal Z., Thomas G.A., Farrow R.C.* Substantial power density from a discrete nano-scalable biofuel cell // *Electrochem. commun.* 2014. Vol. 39. Pp. 37–40. DOI: 10.1016/j.elecom.2013.12.010.

14. *Du Z., Li H., Gu T.* A state of the art review on microbial fuel cells: A promising technology for wastewater treatment and bioenergy // *Biotechnol. Adv.* 2007. Vol. 25, № 5. Pp. 464–482. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2007.05.004.

15. *Rosenbaum M.A., Franks A.E.* Microbial catalysis in bioelectrochemical technologies: status quo, challenges and perspectives // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2014. Vol. 98. S. 509–518. DOI: 10.1007/s00253-013-5396-6.

16. *Elouarzaki K., Haddad R., Holzinger M., Goff A. Le, Thery J., Cosnier S.* MWCNT-supported phthalocyanine cobalt as air-breathing cathodic catalyst in glucose/O₂ fuel cells // *J. Power Sources.* 2014. Vol. 255. Pp. 24–28. DOI: 10.1016/j.jpowsour.2013.12.109.

17. *Podinovskiy V.V., Potapov M.A.* Metod vzveshennoy summy kriteriev v analize mnogokriterial'nykh resheniy: pro et contra // *Matematicheskie metody i algoritmy resheniya zadach biznes-informatiki.* 2013. Vol. 25, № 3. Pp. 41–48. (in Russ.).

18. *Barca J.C., Sekercioglu Y.A.* Swarm robotics reviewed // *Robotica.* 2013. Vol. 31, № 3. Pp. 345–359. DOI: 10.1017/S026357471200032X.

19. *Kernbach S.* Collective Energy Foraging of Robot Swarms and Robot Organisms // *Arxiv Prepr. arXiv1111.0873.* 2011.

20. *Sindi Y., Winfield, Melhuish S.* A feasibility study for energy autonomy in multi robot search

and rescue operations // *Advances in Mobile Robotics: Proceedings of the Eleventh International Conference on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines*. Coimbra: World Scientific Publishing Co, 2008. С. 1146–1153. DOI: 10.1142/9789812835772_0137.

21. *Карпов В.Э.* Модели социального поведения в групповой робототехнике // *Управление большими системами*. 2016. № 59. С. 165–232.

22. *Humza Qadir R.* Self-Sufficiency of an Autonomous Self-Reconfigurable Modular Robotic Organism. Universitat des Saarlandes, 2013.

23. *Dai H.* Adaptive Control in Swarm Robotic Systems // *Hilltop Rev.* 2009. Т. 3, № 1.

24. *Raja H., Scholz O.* A Case Study on Self-Sufficiency of Individual Robotic Modules in an Arena With Limited Energy Resources // *ADAPTIVE 2011: The Third International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications*. Rome, 2011. С. 29–35.

25. *Ровбо М.А.* Распределение ролей в гетерогенном муравьино-подобном коллективе // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2016). Смоленск, 2016. Т. 2. С. 363–371.

26. *North M.J., Collier N.T., Ozik J., Tatara E.R., Macal C.M., Bragen M., Sydelko P.* Complex adaptive systems modeling with Repast Symphony // *Complex Adapt. Syst. Model.* Springer Berlin Heidelberg, 2013. Т. 1, № 1. С. 1–26. DOI: 10.1186/2194-3206-1-3.

and rescue operations // *Advances in Mobile Robotics: Proceedings of the Eleventh International Conference on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines*. Coimbra: World Scientific Publishing Co, 2008. Pp. 1146–1153. DOI: 10.1142/9789812835772_0137.

21. *Karpov V.E.* Modeli sotsial'nogo povedeniya v gruppovoy robototekhnike // *Upravlenie bol'shimi sistemami*. 2016. № 59. Pp. 165–232. (in Russ.).

22. *Humza Qadir R.* Self-Sufficiency of an Autonomous Self-Reconfigurable Modular Robotic Organism. Universitat des Saarlandes, 2013.

23. *Dai H.* Adaptive Control in Swarm Robotic Systems // *Hilltop Rev.* 2009. Vol. 3, № 1.

24. *Raja H., Scholz O.* A Case Study on Self-Sufficiency of Individual Robotic Modules in an Arena With Limited Energy Resources // *ADAPTIVE 2011: The Third International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications*. Rome, 2011. Pp. 29–35.

25. *Rovbo M.A.* Raspredelenie roley v geterogennom murav'ino-podobnom kollektive // Pyatnadsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem (KII-2016). Smolensk, 2016. Vol. 2. Pp. 363–371. (in Russ.).

26. *North M.J., Collier N.T., Ozik J., Tatara E.R., Macal C.M., Bragen M., Sydelko P.* Complex adaptive systems modeling with Repast Symphony // *Complex Adapt. Syst. Model.* Springer Berlin Heidelberg, 2013. Vol. 1, № 1. Pp. 1–26. DOI: 10.1186/2194-3206-1-3.

Сведения об авторах

Максим Александрович Ровбо

Инженер-исследователь

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

Эл. почта: rovbo_m@gmail.com

Александр Александрович Малышев

Инженер-исследователь

*Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия
Эл. почта: a.san.malyshev@mail.ru*

Information about the authors

Maxim A. Rovbo

Research-engineer

National Research Centre “Kurchatov Institute”, Moscow, Russia

E-mail: rovbo_m@gmail.com

Aleksandr A. Malyshev

Research-engineer

*National Research Centre “Kurchatov Institute”, Moscow, Russia
National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia
E-mail: a.san.malyshev@mail.ru*

Когнитивный подход к созданию интеллектуальных модулей организационно-технических систем

Целью исследования являются интеллектуальные модули организационно-технических систем (ОТС) для решения задач целенаправленного поведения, учитывающие особенности управления объектом в быстроменяющейся внешней среде. В широко используемой компьютерной парадигме заложены символичные представления информации и их обработка с помощью алгоритмических, ориентированных на логику и комбинаторику процедур. Данный компьютерный подход при решении некоторых интеллектуальных задач уступает человеку. Одним из применяемых подходов к исследованию сложных задач может быть использование какой-то более простой модельной задачи. Для таких моделей в статье исследуется возможность применения когнитивного подхода, который можно использовать в интеллектуальных модулях ОТС для решения задач целенаправленного поведения.

Для решения задач целенаправленного поведения, учитывающих особенности управления объектом в быстроменяющейся внешней среде, используется когнитивный подход к кибернетическим системам, которые могут использоваться в качестве интеллектуальных модулей ОТС. Автором был дополнительно рассмотрен кибернетический подход к эволюции и использование простой модели системы с целенаправленным поведением. Когнитивный подход включает множество проблем. Решение этих проблем связано с использованием методов, учитывающих когнитивные механизмы человека при восприятии окружающего мира, мышлении, познании новых ситуаций, объяснении и понимании. Для системы с простой моделью рассматриваются вопросы категоризации, роль и место гештальта, формирование значений признаков, как важного элемента когнитивной

семантики. В ходе дальнейших исследований необходимо должно внимание уделять знаниям кибернетической системы, подходам к их представлению, способам хранения и обработки, методам интерпретации и создания новых знаний.

Автором предлагается структура кибернетической системы с простой моделью поведения. Эта система способна решать относительно несложные задачи целенаправленного поведения. При добавлении модулей, обеспечивающих распознавание примитивных изображений (геометрические фигуры, объекты), распознавания речи и формирования голосовых сообщений, кибернетическая система способна формировать новые признаки о внешнем мире. Используя такие признаки и новые управляющие воздействия, робот может строить более сложные взаимодействия с действительностью. В новой системе (роботе КСЮХА), для дальнейшего использования, могут быть выделены отдельные категории (зачатки категорий), которые станут прототипом категорий для будущих и далеких по эволюционной лестнице потомков этой кибернетической системы (робота).

Применение рассмотренных подходов позволит подойти к решению задач формирования категорий, а в дальнейшем и базовых категорий, для использования когнитивных механизмов мышления человека. Данные механизмы смогут применяться в кибернетических системах для решения задач целенаправленного поведения.

Ключевые слова: когнитивный подход, категории, когнитивная семантика, интеллектуальные модули, целенаправленное поведение, робот.

Vasilii M. Trembach

Moscow Aviation Institute (National Research University), «MAI», Moscow, Russia

Cognitive approach to developing the intelligent modules of organizational and technical systems

The aim of the study is intelligent modules of organizational-technical systems (OTS) for solving the task of purposeful behavior taking into account features to operate the object in a rapidly changing external environment. A widely used computing paradigm contains inherent symbolic submissions of information and their processing with algorithms focused on the logic and combinatorics of procedures. This computer approach in solving some intellectual tasks is inferior to the man. One of the approaches to study complex tasks can be the use of a simpler model task. For such models, the article investigates the possibility of using the cognitive approach that can be used in the intelligent modules of OTS for solving tasks of purposeful behavior. In order to solve the task of purposeful behavior taking into account features to operate the object in a rapidly changing external environment a cognitive approach to cybernetic systems as intelligent modules of OTS can be used. The author considered the cybernetic approach to the evolution and use of simple model systems with purposeful behavior. A cognitive approach includes plenty of problems. The solution of these problems is connected with the methods, taking into account cognitive aspects referring to processes of perception, thinking, knowledge, explanations and understanding. In a system with a simple model the issues of categorization, the role and place of the Gestalt, the formation of the characteristic values as an important element of cognitive semantics are considered. In further studies it is

necessary to pay due attention to the knowledge of cybernetic systems, their submissions, storage, processing, interpretation and production of new knowledge.

As a result of the research, the structure of a cybernetic system with a simple model of behavior is proposed. This system is able to solve relatively simple tasks of purposeful behavior. When adding modules, providing recognition of primitive images (geometrical shapes, objects), speech recognition and the formation of voice messages, the cybernetic system is capable to form new signs about the outside world. Using such signs and new controlling actions, the robot can build a more complex interaction with reality. A new system (the robot KSUKHA) allows considering separate categories (the beginnings of the categories) for the further use. Separate categories can become the prototype categories for the future and distant descendants of this cybernetic system (robot) in this evolutionary tree.

Application of the considered approach will allow us to come to the solution of tasks of forming categories, and in future to form basic categories to use cognitive mechanisms of human thinking. These mechanisms can be applied in cybernetic systems for solving the tasks of purposeful behavior.

Keywords: cognitive approach, category, cognitive semantics, intelligent modules, purposeful behavior, robot.

Введение

Расширение областей применения электронных систем требует использования новых технологий типа Индустрия 4.0. Данные технологии актуальны для развития систем целенаправленного поведения, учитывающих особенности управления объектом в быстроменяющейся внешней среде. Примерами таких систем могут служить интеллектуальные обучающие системы, интеллектуальные модули организационно технических систем (ОТС), автономные объекты различного назначения. Особенность данных систем состоит в возможности решать задачи на основе новых интеллектуальных технологий. Первые шаги в использовании интеллектуальных технологий связаны с формированием и применением ведущей парадигмы ИИ, которую можно назвать компьютерной парадигмой [1].

В основу компьютерной парадигмы были заложены символичные представления информации и их обработка с помощью алгоритмических логикомбинаторных процедур [1,2,3,4]. Расширение области практических интеллектуальных задач привело к пониманию того, что при решении некоторых интеллектуальных задач компьютер уступает человеку [1]. Стало очевидным то, что человек выполняет операции узнавания, запоминания, воспроизведения и классификации образов быстрее компьютера, а с операциями запоминания текстов или проведения длинных вычислений или рассуждений у него возникают затруднения. «То, что сложно компьютеру — просто человеку и наоборот, то, что сложно человеку, просто компьютеру» [1]. Современный человек быстро распознает, быстро рассуждает и быстро принимает решения. Его скорость обработки информации сравнима с компьютером, а скорость передачи сигналов в нейронах в миллион раз меньше электронной. Поэтому естественной является задача: изучить

и использовать механизмы, которые применяет человек при решении простых для него задач — узнавание, принятие быстрых решений и т.д.

К настоящему времени велись исследования касающиеся построения нестандартных моделей и механизмов мыслительных процессов и понятийной системы человека [1]. Некоторые полученные результаты могут объяснить лишь небольшую часть процессов работы мозга, а другие результаты находятся на уровне нереализованных идей [1]. Специалистами в области когнитивной науки отмечается одно направление, которое является перспективным и связано с исследованием Э.Рош [5] и более полно описано в работе Лакоффа [6]. Особенностью этого направления является не вопрос адекватности разрабатываемой теории реальным процессам человеческого мышления, а возможность применения и развития полученных результатов исследований в интеллектуальных технологиях [1]. Среди российских исследователей в области когнитивных наук следует отметить некоторые работы [1,2,7,8,9], которые связаны, как с вопросами структуризации знаний, так и с вопросами их представления и использования на основе механизмов человеческого мышления.

Задачи исследования и использования когнитивных механизмов современного человека являются очень сложными. Это связано с влиянием на них многих факторов эволюционного развития. Примером таких факторов могут быть [9,10]: опыт взаимодействия с внешним миром; воспитание; уровень образования; культура; религия; индивидуальные догмы; заблуждения; надежды и т.д.

Одним из применяемых подходов к исследованию сложных задач может быть использование какой-то более простой модельной задачи. В работе [Рогаткин] предлагается начать исследования с более простых разумных живых систем. У них нет накопившихся

факторов эволюционного развития: образования, культуры, религии, воспитания. Но при этом любое животное уровня ракообразных и выше может действовать в разных ситуациях эффективнее любых искусственных систем целенаправленного поведения [11].

В работе [12] рассматривается подход к решению задач целенаправленного поведения на основе интегрированного метода представления знаний, который позволяет формировать и реализовывать планы достижения целей. Рассматриваемая система является моделью биологической системы с задатками воображения [13], т.е. способностью к целенаправленному поведению.

В статье исследуется возможность использования когнитивного подхода в ОТС для решения задач целенаправленного поведения.

1. Когнитивный подход и искусственный интеллект

Когнитивный подход используется во многих областях человеческого познания мира. С позиций познания он уделяет основное внимание процессам представления, хранения, обработки, интерпретации и создания новых знаний.

Термин «когнитивный» образуется от латинского глагола *cogno* — знать. Специалисты в области психологии, которые применяют этот подход, выделяют тот факт, что люди не являются машинами, которые только механически реагируют на внутренние факторы или на события, происходящие во внешнем мире. Когнитивный подход предполагает, что разуму человека доступно нечто большее, чем информация, которую он получает извне. Целью когнитивного подхода является понимание того, каким образом у человека расшифровывается информация о действительности и организуется для проведения сравнения, принятия решения и многих задач целенаправленного поведения, возникающих в повседневной жизни.

В работе Плотинского Ю.М., под когнитивным подходом понимается «...решение традиционных для данной науки проблем методами, учитывающими когнитивные аспекты, в которые включаются процессы восприятия, мышления, познания, объяснения и понимания. Когнитивный подход в любой предметной области акцентирует внимание на «знаниях», вернее, на процессах их представления, хранения, обработки, интерпретации и производстве новых знаний» [14]. На основании этого можно заключить, что основными вопросами когнитивного подхода являются: понимание естественного языка и использование этих знаний для компьютерного перевода; современные проблемы задач компьютеризации общества; развитие и использование теории искусственного интеллекта.

Идеи и механизмы когнитивного подхода рассматриваются и применяются во многих областях человеческой деятельности. Так для анализа сложных политических систем он был предложен Р. Аксельродом [15]. В ситуационном подходе при анализе рассматривается состояние объекта (ситуации), а в когнитивном подходе рассматриваются множество процессов, представленных моделями экспертных знаний, а также законы и закономерности реализации функций объекта. При использовании когнитивного подхода для описания объекта рассматриваются множество параметров объекта, заданные значения дингвистических переменных (параметров), причинно-следственные отношений [16].

Одну из ведущих ролей в когнитивной науке играет теория искусственного интеллекта [14]. Но, как отмечает Кузнецов О.П. «... до сих пор не только практически все основные результаты ИИ, но и доминирующие идеи его развития остаются в рамках компьютерной парадигмы. Но следует отметить, что за последние десятилетия в других когнитивных науках появ-

вились, по крайней мере, две примечательные концепции — когнитивная семантика и теория колонок» [1].

Одним из важных событий в когнитивной науке стало появление концепции Дж. Лакоффа [6]. Данная концепция есть проект решения двух проблем: проблемы категоризации и проблемы семантики.

Концепция Лакоффа основывается на том, что когнитивные структуры и механизмы человека существенным образом зависят от его сенсорных механизмов, а также физического и социального опыта. В рамках этой концепции когнитивный подход противопоставляется объективизму (традиционному подходу). Полагается, что когнитивные структуры человека соответствуют структурам научного знания, т.е. структурам реального мира, описываемого этим знанием [6].

В категоризации главными являются вопросы формирования понятий (категорий) и структурирования понятийной системы человека. Основные принципы категоризации некоторыми авторами представляются следующим образом [1,6].

1. «В категориях человека существуют прототипы — «хорошие» (центральные, репрезентативные, типичные) примеры. Принадлежность объекта к категории определяется на основе не признаков, а расстояния от прототипа» [1,6].

2. «Категория — не обязательно класс эквивалентности (по отношению «иметь одинаковый набор признаков»). Есть категории, у элементов которых общих свойств нет, а близость (нетранзитивная) есть» [1,6].

3. «Существует базовый уровень категоризации: категории, базовые с когнитивной точки зрения, находятся в середине иерархии общего конкретного. Обобщение происходит вверх от базового уровня, специализация — вниз» [1,6].

Категории, которые относятся к базовому уровню, обладают общими характеристиками [1,6]:

«...они имеют единый, целостно воспринимаемый ментальный образ (гештальт); они быстро узнаются;

— с ними связана общая двигательная программа, т.е. сходные физические действия для взаимодействия с различными членами категории;

— в качестве их имен используются наиболее короткие и общепотребительные слова, первичные с точки зрения вхождения в словарный запас языка

— большинство признаков членов категории хранится на этом уровне;

— формирование категорий у детей начинается с категорий базового уровня» [1,6].

Когнитивный подход к семантике содержит ряд важных положений [1], некоторые из которых могут быть представлены следующим образом:

«Мозг работает не с информацией в компьютерном понимании этого слова, а со смыслом, или значением» [18].

«...когда мы мыслим при помощи естественного языка, мы мыслим о вещах в терминах, которые имеют значение, но не так, что мы сначала мыслим, а затем открываем, о чем мы мыслили и что значили наши понятия» [6].

2. Подходы к созданию модулей интеллектуальных роботов

Для интеллектуальных модулей роботов логично создать машинные алгоритмы для понимания, размышлений и представления знаний на основе анализа естественного языка. Но все дело в том, что наш язык очень многообразен и индивидуален. Его система понятий и правил, для использования в модулях интеллектуальных роботов, слишком избыточна и сложна. Необходимо использовать представление мира робота которое является более простым, с одной стороны, а с другой — достаточным для решения поставленных задач. В работе [9] для этих целей предлагается

понятие элементарной модели мира (ЭММ) робота. Эта модель должна соответствовать мозгу простого животного и не быть сложной в силу простоты анатомии такого мозга.

Система понятий и правил мозга этого животного должна определяться только врожденной функциональностью в рамках заданной структуры такого организма и недолгой историей его личного взаимодействия с внешним миром (обучение родителями у таких животных отсутствует) [9]. В дальнейшем возможно наращивание и расширение функциональности по восприятию мира робота и воздействию на него. Предполагается что развитие такой модели будет добавлять ей новые качества, повышать эффективность, но все базовые элементы, так или иначе, должны быть всегда задействованы в ней в качестве ее «скелета» [9].

В основу ЭММ должны быть заложены базовые понятия-концепты. Предполагается что у человека базовые понятия (концепты) ЭММ тесно связаны с представлениями о базовых концептах и понятийных категориях языковой речи человека.

Обычный человек, тем более животное, не рассуждает строго по законам формальной логики. Строго логические рассуждения невозможны в реальном времени, т.к. необходимо огромное количество последовательных элементарных шагов [1]. Да и шаги эти без специальной теоретической подготовки нельзя быстро и грамотно выстроить.

Для построения модели мира робота стоит принять гипотезу [9] «...о направленности любых рефлексов на минимизацию раздражений и затрат времени (энергии) для ответа на них и на «борьбу» с последствиями от них, то в части мышления можно, видимо, сразу провести аналогию с принципом наименьшего мышления (экономии мышления)...». Согласно этой гипотезе экономия мышления неизбежно приводит к формированию знака для объекта

или явления (денотата), обобщения (образца) для группы схожих объектов и т.д. Можно предположить, что рефлексия определяет базовые концепты-примитивы, т.е. анатомия и физиология нервной и гуморальной систем организма определяют формирование элементарных понятийных категорий языка.

В работе [9] в ходе анализа априори и на основе опубликованных уже работ выделены первичные и обязательные категории:

Объект; свойство (атрибут объекта или явления, включая его состояние); действие (совершение движения, воздействие на что-то); часть; граница (объекта, например); вложенность (расположение внутри чего-то); присутствовать (быть в наличии, $\exists$),

Под объектом или явлением авторы работы [9] определяют устойчивую совокупность свойств, наблюдаемую совместно. Для современных технологий примером технического объекта может быть вещь, предмет искусственного (технического) происхождения. Объект управления может представлять как устройство или динамический процесс, управление поведением которого является одной из задач создания системы целенаправленного поведения.

Концепты атрибута (свойства) и объекта (явления) доступны уже на уровне восприятия. Понятие совместности (одновременность, конъюнкция, $\&(\wedge)$), которое ощущается также физиологически при одновременности действия разных раздражителей. Наличие/отсутствие раздражения, воздействия, стимула, очевидно, определяет концепт наличия $\wedge \exists$. Команды, отдаваемые моторным нейронам в ответ на раздражение, т.е. рефлекс, могут служить фундаментом понятия действия. Полный набор элементарных концептов-примитивов должен позволить формировать в модели мира полноценный набор процедур, правил и отношений, достаточный для функционирования

системы в простейших жизненных ситуациях [9].

В 1970 году была подготовлена к печати книга «Феномен науки» В.Ф. Турчина, которая вышла, в то время, в английском и японском переводах. В русском оригинале первое издание было в 1993 году. Эта книга написана раньше работ Э. Рош [5] и Дж. Лакоффа [6] и в ней изложены идеи и механизмы, которые дополняют и поясняют вопросы категоризации в области искусственного интеллекта.

При использовании гипотезы «...о направленности любых рефлексов на минимизацию раздражений и затрат времени (энергии) для ответа на них...» [9], стоит рассмотреть процессы развития (эволюции) живых организмов на нашей планете [13]. Турчин В.Ф. в своей книге описывает эти процессы следующим образом. «В ходе эволюции кибернетических систем живой природы происходило развитие как аппарата восприятия и переработки информации о реальном мире, так и аппарата, обеспечивающего системе возможность воздействовать на реальный мир. Изначально нервная сеть (подсистема управления кибернетической системой) содержала рецепторы и эффекторы (для технических систем это датчики и исполнительные устройства), соединенные связями. В ходе эволюции биологические системы научились воспринимать окружающий мир не только как набор отдельных признаков (рецепторов), но и их комбинаций, иерархических структур — понятий, ассоциаций. От изначально простых функций нервной системы, заключающихся в передаче возбуждения от рецептора к эффектору, происходит переход к более сложным действиям: формированию понятий о различных ситуациях, ассоциаций, регулированию, ассоциированию, моделированию и управлению ассоциациями (созданию новых планов достижения цели)» [13].

В плане когнитивного подхода следует отметить что, на-

чина с некоторого уровня возможно формирование модели внешнего мира, т.е. «... происходит постепенное усовершенствование «познания» закономерностей в окружающей среде» [13,19]. У животного в нервной системе появляются представления о рецепторах, эффекторах, признаках, понятиях, ситуациях, совершаемых действиях, ассоциациях. Формируемая нервная система приобретает сложную иерархическую структуру. В новом образовании вершины представляют собой понятия.

«В кибернетике под понятием *понятия* понимается множество ситуаций (аристотелевское понятие)» [13]. По структуре понятия образуются из признаков или понятий нижнего уровня структуры, которые могут быть как простыми, так и сложными (составными). Следует отметить единичные понятия, относящиеся к конкретной сущности. В кибернетической системе есть еще общие или абстрактные понятия, которые относятся не к какому-то конкретному объекту, явлению, а к объекту или явлению как таковому и образуются не путем перечисления единичных объектов, входящих в него, а путем указания ряда признаков, объявленных существенными, и отвлеченных от остальных (несущественных) признаков считаются абстрактными. Можно предположить, что такие понятия могут представлять категории для простых когнитивных систем.

В работе [13] рассматриваются именно такие общие *понятия*, и они называются также абстрактными. Абстрактное понятие в обычном смысле слова (для чувственно воспринимаемых образов) совпадает с введенным в [13] кибернетическим понятием понятия как множества ситуаций. Тогда распознаванием называют также, задачей распознавания образов или задачей распознавания *понятий*. Данная задача важна даже для простых по структуре животных и решается с помощью нервной системы.

Эволюция нервной системы идет следующим образом. Сначала у животного имеется всего несколько рецепторов. Используя прямой перебор, метод проб и ошибок находят выгодное соединение которое осуществляется, допустим, с помощью одного промежуточного нейрона (такие нейроны называются *ассоциативными*). Теперь вся группа в целом может быть размножена. У животного появляется система ассоциативных нейронов, регистрирующих, например, разности между освещенностями рецепторов и суммирующих эти разности [13].

Система связанных нейронов, рецепторов формируется в первый уровень иерархии. Первый уровень основан на понятиях суммы и разности освещенностей, возбуждений рецепторов в пространстве и времени.

Продолжая серию проб и ошибок «...часть классификаторов первого уровня связывается между собой в классификатор второго уровня, пока не получится полезное соединение. Затем оказывается полезным размножение этого соединения. Предполагается, что на втором уровне иерархии — поскольку это касается органов зрения — появляются такие понятия (категории), как граница между светом и тенью, средняя освещенность пятна, движение границы между светом и тенью и т. п. Таким же путем возникают и следующие уровни иерархии...» [13,21], позволяющие формировать новые категории.

В ходе эволюции одним из «...важных механизмов функционирования животных является сложный рефлекс. Первая половина действия сложного рефлекса состоит в анализе ситуации с помощью иерархии классификаторов. Вторая часть является исполнительной и может сводиться к возбуждению какой-то локальной группы эффекторов. Исследования поведения животного показали, что оно не может быть сведено к совокупности рефлексов, которые никак не связаны между

собой, а связаны только с состоянием внешней среды. Понятие о рефлексе при описании поведения должно быть дополнено понятием о *цели* и о *регуливании*. Действие, которое принимает система, зависит не только от ситуации самой по себе, но также и от *цели*, т.е. от той ситуации, которую система стремится достигнуть. Действие системы определяется в результате сравнения ситуации и цели и направлено к устранению несоответствия между ситуацией и целью. Через блок сравнения ситуация определяет действие» [13,21].

В ходе эволюции в биологических системах происходили редупликации рецепторов, эффекторов, развитие трехнейронной схемы. Итогом развития трехнейронной схемы сформировалось новое образование для регулирования, включающее фиксатор цели, фиксаторы представлений, память [21].

В ходе метасистемных переходов, описанных в работе Турчина В.Ф. происходит формирование таких понятий и механизмов как: «...управление раздражимостью, управление рефлексом, условный рефлекс и обучение, моделирование, управление ассоциированием, воображение, планирование, преодоление инстинкта. Их использование привело к появлению и развитию мышления» [13,21].

Управление раздражимостью означает «...создание нервной сети, элементы которой, в частности эффекторы, возбуждаются не прямо внешней средой, а через посредство сложной управляющей системы. Это тот этап эволюции, который мы связали с понятием *сложного рефлекса*. Особенно отчетливо виден факт управления раздражимостью на этом этапе в том, что при наличии цели возбуждение эффекторов зависит не только от состояния внешней среды, но и от этой цели, т. е. от состояния каких-то внутренних нейронов сети» [13,21].

Управление рефлексами понимается как создание при влиянии индивидуального

опыта животного различных связей между состояниями классификаторов, фиксаторов представлений и эффекторов. Созданные, в этом случае, связи называют *ассоциациями представлений* или просто *ассоциациями*. «Термин «представление» понимается здесь в широком смысле — как состояние любых подсистем мозга, в частности классификаторов и эффекторов. Образование ассоциаций в [13] называется ассоциированием» [21].

Условный рефлекс и обучение. В книге Турчина В.Ф. дается следующее определение ассоциации: «Ассоциация — это просто один из аспектов сложного рефлекса, *ассоциирование* — это управление ассоциациями: образование новых ассоциаций и исчезновение старых. Наиболее полно способность к ассоциированию представлений проявляется как способность к образованию (и, следовательно, распознаванию) новых понятий» [13,21].

Моделирование. Ассоциация представлений о действительности, которые имеют временную координату, дает животному (кибернетической системе) возможность предвидеть в своем воображении ситуации будущего. «Связывание представлений, включающих временную координату, и вытекающая отсюда способность предвидеть будущее есть не что иное, как *моделирование, построение модели* окружающей среды» [13].

Управление ассоциированием. Развита биологическая система (животное) не может управлять своими ассоциациями. Такая система имеет только те ассоциации, которые ей навязывает среда. «Управление ассоциированием означает наличие в мозгу механизма, позволяющего ассоциировать любые два или несколько представлений, которые вовсе не имеют тенденции встречаться в опыте совместно. Иначе говоря, это произвольное, не навязанное внешней средой ассоциирование» [13,21]

Воображение, планирование, преодоление инстинкта.

Данные действия приводят к новому этапу организации поведения животного. Турчин В.Ф. описывает такой этап эволюции следующим образом: «Если в мозгу животного существует ассоциация между предметом X — орудием и предметом Y — объектом действия (и, конечно, физическая возможность выполнить действие), то оно окажется способным применить орудие. Если же такой ассоциации нет, то животное «не догадается» сделать это, оно не может представить себе цель, к которой надо стремиться, для этого ей не *хватает воображения*. Животному мало знать, что *будет, если, надо еще вообразить, что может быть*» [13]. Описание этого этапа эволюции Турчин В.Ф. делает следующими словами «...Суховатую формулу, отождествляющую мышление с управлением ассоциированием, можно перевести на менее точный, но более образный язык как следующее утверждение: человек отличается от животного тем, что он обладает воображением...» [13].

Использование представленных подходов позволяет

создавать примитивные системы целенаправленного поведения с возможностью их дальнейшего развития.

3. Базовые категории робота КСЮХА

У кибернетических систем с проявлением целенаправленного поведения должно быть небольшое количество рецепторов (датчиков) для восприятия среды обитания и несколько эффекторов (исполнительных органов, устройств) для воздействия на окружающую среду и саму кибернетическую систему (животное). Для такой простой кибернетической системы картина среды обитания (внешнего мира) представляется всеми признаками с их значениями. Эта картина может быть прототипом гештальта для «потомков» рассматриваемой кибернетической системы.

Такой гештальт может служить отображением, картиной одной из категорий (зачатков категорий), которые также могут быть прототипом категорий для будущих и далеких по эволюционной лестнице по-

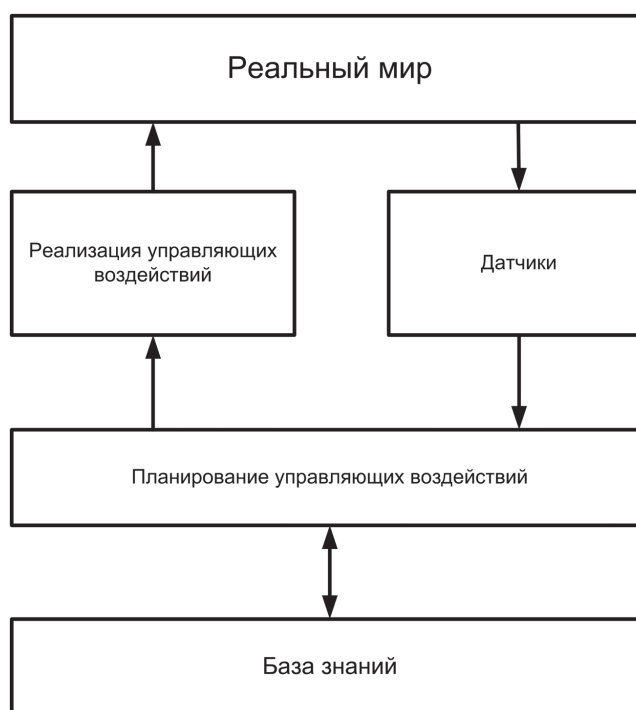


Рис. 1. Структура простой кибернетической системы с целенаправленным поведением

томков этой кибернетической системы (животного).

Простейшую кибернетическую систему с проявлением целенаправленного поведения, ее структуру можно представить в виде множества взаимосвязанных модулей (рис. 1).

Каждый модуль обеспечивает выполнение определенных функций. Модуль «Датчики» занимается восприятием среды обитания и состояния самой кибернетической системы. Модуль «Планирование управляющих воздействий» за счет операций формирования команд обеспечивает целенаправленное поведение. Необходимые для планирования управляющие воздействия хранятся в модуле «База знаний». Данный модуль может применяться для накопления и использования опыта кибернетической системы (для простейшего случая накопление и использование опыта не рассматривается). Модуль «Реализация управляющих воздействий» служит для воздействия на реальный мир (окружающую среду и саму кибернетическую систему).

Даже для КС с такой простейшей структурой возможно несложное целенаправленное поведение. В силу своей простоты (для биологических систем из-за принадлежности к ранним этапам эволюционного развития) КС может работать только с понятиями (базовыми понятиями-концептами), поскольку другие еще не сформировались. Одним из примеров целенаправленного поведения может служить решение задачи по перемещению робота к заданной точке, т.е. решение задачи для робота – «Найти объект». Для решения этой задачи имеется робот, нацеленный (ориентированный) на исследование местности (геология, спасательные работы и т.д.). В качестве объекта используется маячок обнаружения потерпевшего аварию аппарата. Описание робота, ситуации будет проводиться для выполнения только поставленной задачи (примера) и поэтому

описания сущностей «Робот» и «Объект» являются неполными, но достаточными.

Считается, что робот может находиться в любой точке исследуемой местности и объект (маячок) находится впереди робота. Роботу необходимо определить местоположение объекта относительно себя, спланировать и выполнить операции перемещения (шагая к объекту) и зафиксировать (распознать) факт достижения цели – подойти к объекту на заданное минимальное расстояние. Пусть конструкция робота такова, что все его датчики и исполнительные органы, кроме обеспечивающих передвижение – отдельные шаги, располагаются на передней панели и закреплены жестко. В этом случае, для того чтобы воспринять ситуацию или выполнить действия в каком-то из четырех направлений (впереди, справа, сзади, слева) робот должен туда повернуться. В итоге, рассматриваемый робот должен уметь осуществлять определенные управляющие воздействия (операции): сделать шаг вперед (УПР1);

определить наличие объекта рядом (УПР2); сделать поворот вправо на 90 градусов (УПР3); обнаруживать наличие объекта впереди (УПР4).

Необходимые сведения поступают в кибернетическую систему с помощью признаков: ПР1, ПР2, ПР3, ПР4, где

ПР1 – шаг выполнен;

ПР2 – объект рядом обнаружен;

ПР3 – поворот выполнен;

ПР4 – объект обнаружен впереди.

Для получения текущих значений признаков робот имеет датчики ДТ1, ДТ2, ДТ3, ДТ4 для определения момента выполнения соответствующей операции из множества: УПР1, УПР2, УПР3, УПР4.

Роботу с такой структурой доступны и некоторые другие операции, например: переместить в заданную точку манипулятор, захватить объект, провести исследование объекта по заданному признаку, отпустить объект, сложить манипулятор и т.д. а также иметь много других датчиков: объект исследуется, манипулятор сложен, база рядом и т.д. [21]

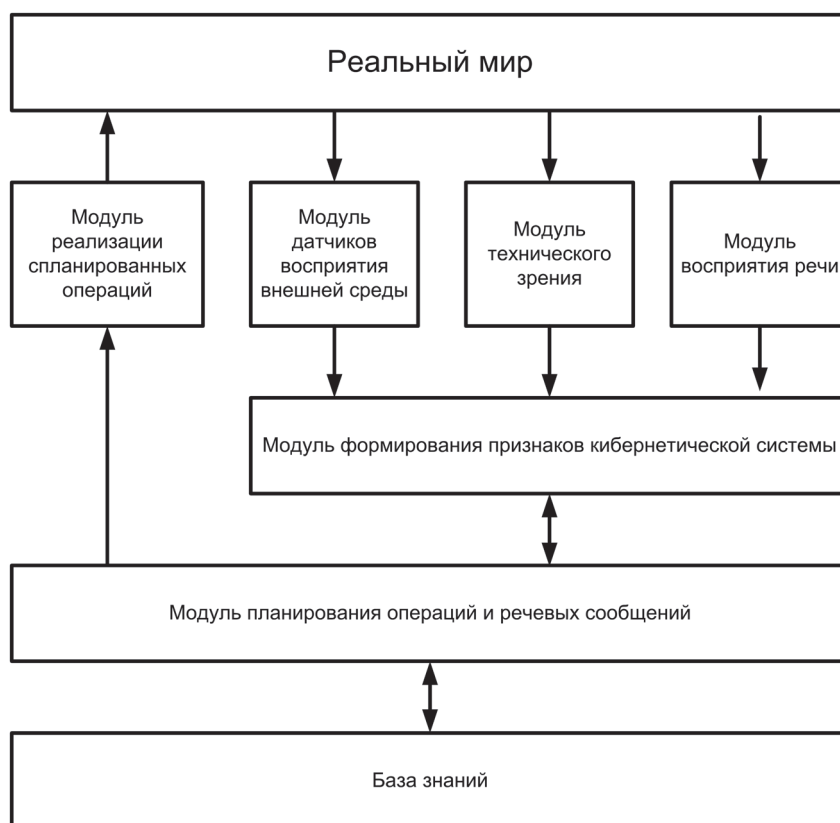


Рис. 2. Структура робота КСЮХА

Использование понятий сущностей для целенаправленного поведения позволяет применять механизмы планирования и реализации управляющих воздействий. Это может быть успешным для относительно простых роботов с ограниченным набором управляющих воздействий и измерительных датчиков. Для сложных роботов (учитывающих нюансы (контексты) представления окружающей среды) требуется формирование и анализ большого числа вариантов достижения цели, что затратно, а иногда и недопустимо по времени и ресурсам. Выходом может быть поиск плана в категориях. Найденный план конкретизируется и используется в формате конкретных понятий управляющих воздействий и признаков с их значениями.

Разрабатываемый робот КСЮХА имеет структуру, показанную на рис. 2 и содержит:

- модуль планирования операций (управляющих воздействий);
- базу знаний робота;
- модуль реализации спланированных операций;
- модуль датчиков восприятия внешней среды;
- модуль формирования признаков кибернетической системы и их значений;
- модуль технического зрения;
- модуль речевого взаимодействия.

Модуль планирования операций обеспечивает достижение поставленной цели — «Найти объект», используя для этого базу знаний робота. Операции из-за простоты робота могут задаваться как действия с условиями их выполнения (формат условных рефлексов).

Для выполнения операций ОП1, ОП2, ОП3 и ОП4 кибернетической системе необходимы сведения о возникающих ситуациях, которые хранятся в памяти робота. Для примера о таких сведениях вернемся к представлению об условных рефлексах. «Любой раздражитель (звонок, свет, запах пищи

и т.д.) несет определенную информацию, но значения не имеет. Значение он приобретает, только став сигналом в условнорефлекторной деятельности» [20]. В базе знаний хранятся описания действий (управляющих воздействий) с условиями их выполнения и описания «раздражителей» (датчиков) которые несут определенную информацию, но значения не имеют. Такие «раздражители» выступают в роли признаков ситуации и принимают текущие значения только в результате условнорефлекторной деятельности, т.е. исполнения управляющих воздействий при совпадении условий выполнения управляющих воздействий с текущими значениями.

Модуль реализации спланированных операций (управляющих воздействий) обеспечивает достижение поставленной цели — «Найти объект» путем выдачи сформированных команд.

Модуль датчиков восприятия внешней среды позволяет кибернетической системе получить текущие значения для планирования целенаправленного поведения.

Модуль формирования признаков кибернетической системы и их значений занимается преобразованием текущих значений датчиков в признаки с их значениями.

Модуль технического зрения распознает реальные объекты, формирует соответствующие объектам признаки с их значениями и передает их в модуль формирования признаков кибернетической системы.

Модуль речевого взаимодействия распознает речевые команды, формирует соответствующие командам признаки с их значениями и передает их в модуль формирования признаков кибернетической системы. Для возникающих ситуаций формируются соответствующие речевые сообщения.

В роботе КСЮХА, способной выполнять задачи типа «Найти объект», могут быть выделены следующие категории:

Граница — наличие ограничения в движении, протяженность которого не менее k -метров/сантиметров. Может быть препятствие, которое невозможно обходить, например, стена в помещении и др.

Объект — сущность оранжевого цвета/в виде шара/источник радиоволн определенной частоты. Данная категория полезна для поиска такого объекта («маячка»).

Быть в наличии — наличие объекта «маячок» имеющего оранжевый цвет/имеющего форму шара/имеющего источник радиоволн определенной частоты. Данная категория определяется признаком «Есть объект оранжевого цвета» значение которого формируется блоком технического зрения.

Заключение

Рассмотренная кибернетическая система (робот с простой структурой), использующая кибернетический подход к эволюции и когнитивный подход к мышлению человека, позволяет решать несложные задачи целенаправленного поведения. В роботе КСЮХА, за счет добавления модулей технического зрения и восприятия речи, можно строить более сложные взаимодействия с действительностью.

Решение роботом (кибернетической системой) задач реальной сложности с использованием только понятий действительности (объективистский подход) связано с проблемами в своевременном формировании решений. Разумно в этом случае использовать когнитивный подход. Для построения кибернетической системы на основе когнитивного подхода необходимы механизмы позволяющие:

- формировать базовые категории на основе индивидуального опыта КС (робота);
- формировать составные категории;
- представлять текущую ситуацию с помощью категорий;
- формировать последовательность управляющих воз-

действий для достижения поставленной цели;

— представлять действия-категории в формате конкретных управляющих воздействий (операций);

— для категоризации индивидуального опыта, обучения робота необходим подход к оценке категорий.

Поиск, использование, обсуждение и понимание этих

механизмов удобнее начинать с кибернетических систем способных решать задачи целенаправленного поведения, но имеющих простую структуру.

Литература

1. Кузнецов О.П. Когнитивная семантика и искусственный интеллект // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 4, с. 32–42.
2. Стефанюк В.Л., Жожикашвили А.В. Сотрудничающий компьютер. М.: Наука, 2007.
3. Осипов Г.С. Лекции по искусственному интеллекту — М.: Книжный дом «Либроком», 2014.
4. Гаспариан М.С., Лебедев С.А., Тельнов Ю.Ф. Инжиниринг образовательных программ на основе применения интеллектуальных технологий. Открытое образование. 2017. №1, с. 14–19.
5. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories. Journal of Experimental Psychology, 1975. 104, pp. 192–233.
6. Lakoff J. Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. — Chicago. University of Chicago Press, 1987.
7. Гаврилова Т.А., Болотникова Е.С., Гулякина Н.А. Категоризация знаний для создания онтологий. / Материалы 4-й Всероссийской мультikonференции по проблемам управления МКПУ-2011. Т.1. Таганрог: Издательство ТТИ ЮФУ, 2011. С. 62–66.
8. Валькман Ю.Р. Когнитивная семиотика: гештальты и метафоры //Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов VIII-й международной научно-практической конференции (ИММВ-2015, Коломна). Т.1. — М.: Физматлит, 2015.
9. Лапаева Л.Г., Быченков О.А., Рогаткин Д.А. Нейробиология, понятийные категории языка и элементарная модель мира робота// В кн. Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ 2016 (3–7 октября 2016г., г. Смоленск, Россия): Труды конференции. Т.2. — Смоленск: Универсум, 2016. — с. 292–300.
10. Чудова Н.В. Концептуальное описание картины мира в задачах моделирования поведения // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. №2.
11. Рогаткин Д.А., Куликов Д.А., Ивлиева А.Л. Три взгляда на современные данные нейронаук в интересах интеллектуальной робототехники // Modeling of Artificial Intelligence, 2015. Vol. 6, Iss. 2.
12. Трембач В.М. Многоагентная система для решения зада целенаправленного поведения. // В кн. Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с между-

References

1. Kuznetsov O.P. Kognitivnaya semantika i iskusstvennyy intellekt // Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy. 2012. №4, Pp. 32–42. (in Russ.)
2. Stefanyuk V.L., Zhzhikashvili A.V. Sotrudnichayushchiy komp'yuter. M.: Nauka, 2007. (in Russ.)
3. Osipov G.S. Lektsii po iskusstvennomu intellektu — M.: Knizhnyy dom «Librokom», 2014. (in Russ.)
4. Gasparian M.S., Lebedev S.A., Tel'nov Yu.F. Inzhiniring obrazovatel'nykh programm na osnove primeneniya intellektual'nykh tekhnologiy. Otkrytoe obrazovanie. 2017. №1, Pp. 14–19. (in Russ.)
5. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories. Journal of Experimental Psychology, 1975. 104, Pp. 192–233.
6. Lakoff J. Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. — Chicago. University of Chicago Press, 1987.
7. Gavrilova T.A., Bolotnikova E.S., Gulyakina N.A. Kategorizatsiya znaniy dlya sozdaniya ontologiy. / Materialy 4-y Vserossiyskoy mul'tikonferentsii po problemam upravleniya MKPU-2011. T.1. Taganrog: Izdatel'stvo TTI YuFU, 2011. Pp. 62–66. (in Russ.)
8. Val'kman Yu.R. Kognitivnaya semiotika: geshtal'ty i metafory //Integrirovannye modeli i myagkie vychisleniya v iskusstvennom intellekte. Sbornik nauchnykh trudov VIII-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (IMMV-2015, Kolomna). T.1. — M.: Fizmatlit, 2015. (in Russ.)
9. Lapaeva L.G., Bychenkov O.A., Rogatkin D.A. Neyrobiologiya, ponyatiynye kategorii yazyka i elementarnaya model' mira robota// V kn. Pyatnadsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII 2016 (3-7 oktyabrya 2016g., g. Smolensk, Rossiya): Trudy konferentsii. T.2. — Smolensk: Universum, 2016. — Pp. 292–300. (in Russ.)
10. Chudova N.V. Kontseptual'noe opisanie kartiny mira v zadachakh modelirovaniya povedeniya // Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy. 2012. №2. (in Russ.)
11. Rogatkin D.A., Kulikov D.A., Ivlieva A.L. Tri vzglyada na sovremennye dannye neyronauk v interesakh intellektual'noy robototekhniki // Modeling of Artificial Intelligence, 2015. Vol. 6, Iss. 2. (in Russ.)
12. Trembach V.M. Mnogoagentnaya sistema dlya resheniya zada tselenapravlenного povedeniya. // V kn. Chetyrnatdsataya natsional'naya konferentsiya

народным участием КИИ 2014 (24–27 сентября 2014г., г. Казань, Россия): Труды конференции. Т.1. – Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. – С. 344–353.

13. *Турчин В.Ф.* Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции. Изд. 2-е – М.: ЭТС. – 2000.

14. *Плотинский Ю.М.* Модели социальных процессов: Учебное пособие для высших учебных заведений. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2001. – 296 с: ил.

15. *Axelrod R.* The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. – Princeton. University Press, 1976.

16. *Кулинич А.А.* Ситуационный, когнитивный и семиотический подходы к принятию решений в организациях // Научно-практический журнал «Открытое образование», МЭСИ, №6, 2016, с. 9–17.

17. *Sowa J.F.* Conceptual Structures – Information Processing in Mind and Machines. Addison-Wesley Publ.Comp. 1984.

18. *Рахилина Е.В.* Когнитивная семантика: История. Персоналии. Идеи. Результаты. // Семиотика и информатика. Вып. 36. 1998. С. 274–323.

19. *Редько В.Г.* Эволюционная кибернетика М.: Наука, 2001.

20. *Алефиренко Н.Ф.* Когнитивная семантика: миф или реальность? / Н.Ф. Алефиренко // Вестник ТГПУ. Серия: гуманитарные науки (филология). Тула, 2006. – Выпуск 5 (56). – С. 43–48.

21. *Трембач В.М.* Решение задач управления в организационно-технических системах с использованием эволюционирующих знаний: монография. – М.: МЭСИ, 2010. – стр. 236.

po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII 2014 (24–27 entyabrya 2014g., g. Kazan', Rossiya): Trudy konferentsii. T.1. – Kazan': Izd-vo RITs «Shkola», 2014. – Pp. 344–353. (in Russ.)

13. *Turchin V.F.* Fenomen nauki: Kiberneticheskiy podkhod k evolyutsii. Izd. 2-e – M.: ETS. – 2000. (in Russ.)

14. *Plotinskiy Yu.M.* Modeli sotsial'nykh protsessov: Uchebnoe posobie dlya vysshikh uchebnykh zavedeniy. – Izd. 2-e, pererab. i dop. – M.: Logos, 2001. – 296 P. (in Russ.)

15. *Axelrod R.* The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. – Princeton. University Press, 1976. (in Russ.)

16. *Kulinich A.A.* Situatsionnyy, kognitivnyy i semioticheskiy podkhody k prinyatiyu resheniy v organizatsiyakh // Nauchno-prakticheskiy zhurnal «Otkrytoe obrazovanie», MESI, №6, 2016, Pp. 9–17. (in Russ.)

17. *Sowa J.F.* Conceptual Structures – Information Processing in Mind and Machines. Addison-Wesley Publ.Comp. 1984.

18. *Rakhilina E.V.* Kognitivnaya semantika: Istoriya. Personalii. Idei. Rezul'taty. // Semi-otika i informatika. Vol. 36. 1998. Pp. 274–323. (in Russ.)

19. *Red'ko V.G.* Evolyutsionnaya kibernetika M.: Nauka, 2001. (in Russ.)

20. *Alefirenko N.F.* Kognitivnaya semantika: mif ili real'nost'? / N.F. Alefirenko // Vestnik TGPU. Seriya: gumanitarnye nauki (filologiya). Tula, 2006. – Vol. 5 (56). – Pp. 43–48. (in Russ.)

21. *Trembach V.M.* Reshenie zadach upravleniya v organizatsionno-tekhnicheskikh sistemakh s ispol'zovaniem evolyutsioniruyushchikh znaniy: monografiya. – M.: MESI, 2010. – 236 P. (in Russ.)

Сведения об авторе

Василий Михайлович Трембач

Кандидат технических наук, доц, доцент кафедры 304 Московский авиационный институт (национальный исследовательский институт) «МАИ», Москва, Россия

Эл. почта: trembach@yandex.ru

Information about the author

Vasiliy M. Trembach

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

E-mail: trembach@yandex.ru

Системные аспекты технологии управления научными и образовательными сервисами

Цель исследования: разработка технологии оперативно-технического управления научными и образовательными сервисами.

Методы: методы патентных исследований и анализа критических технологий информационно-управляющих систем; методы системного подхода к организации и управлению ИТ-услугами, направленными на удовлетворение потребностей бизнеса.

Актуальность. Государственная политика в сфере обеспечения национальной безопасности и социально-экономического развития Российской Федерации, проводимая на фоне новых угроз, имеющих комплексный взаимосвязанный характер, требует устранения накопившихся структурных дисбалансов в экономике. Обеспечение национальных интересов должно осуществляться посредством реализации стратегических приоритетов в различных отраслях хозяйствования, в финансовой сфере, своевременного выполнения государственных программ. В Послании Президента РФ В.В. Путина Федеральному собранию 1 декабря 2016 года одним из таких приоритетов определено создание национальной исследовательской инфраструктуры, представляющей собой информационно-технологическую платформу для интеграции интеллектуальных ресурсов в области науки, образования и производства с целью создания условий для качественных изменений в области науки и технологий. В этой связи особую актуальность приобретают научно-методические и системно-технические вопросы систематизации сервисов научных и образовательных организаций страны и создания единой информационно-аналитической системы управления такими сервисами. В рамках всего комплекса проблем создания такой системы представляют интерес вопросы разработки технологий эффективного оперативно-технического управления научными и образовательными сервисами.

Результаты. Разработана технология оперативно-технического управления научными и образовательными сервисами, основу которой составляет комплекс технических решений для обеспечения информационной поддержки деятельности органи-

зационных систем — потребителей и поставщиков научных и образовательных сервисов. В статье представлены основные положения технологии оперативно-технического управления научными и образовательными сервисами, разработанные на основе инновационных технических решений и с учётом перспективных цифровых трендов по обеспечению бизнес-услуг. Под бизнес-услугой в статье понимается ИТ-услуга, которая напрямую поддерживает бизнес-процесс — процесс предоставления научного или образовательного сервиса на базе единой информационно-управляемой среды. Предлагаемая технология является вкладом научного сообщества в реализацию стратегических национальных приоритетов РФ.

Заключение. Преимуществом представленной технологии, по сравнению с аналогами, является повышение эффективности управления деятельностью организационных систем — поставщиков и потребителей научных и образовательных сервисов, за счёт автоматического выполнения оценки состояния их бизнес-услуг и автоматического управления объектами деятельности с учётом выполненной оценки. Использование в технологии способа предоставления потребителям научных и образовательных сервисов, как оказание бизнес-услуг в соответствии с концепцией управления ИТ-услугами, обеспечивает универсальность подхода к построению баз знаний и логики использования этих знаний как для управления ИТ-инфраструктурой поддержки бизнес-услуг, так и для управления собственно бизнес-услугами. Такой подход позволяет оптимизировать состав прикладных программ в системе управления научными и образовательными сервисами, а также обеспечить на этапе проектирования условия для анализа и принятия решения по выбору ИТ-инфраструктуры для предоставления научных и образовательных сервисов их потребителям.

Ключевые слова: управление; технология; научные сервисы; образовательные сервисы; деятельность, организационная система; бизнес услуга; ИТ-услуга; вычислительные ресурсы.

Alexander A. Zatsarinnyy, Alexander P. Shabanov

Federal Research Center «Computer science and management» (FRC CSM) RAS, Moscow, Russia

System aspects of management technology for scientific and educational services

Research purpose: to develop the technology of operational-technical management of scientific and educational services.

Methods: methods of patent research and analysis of critical technologies of information and control systems; methods of system approach to organize and manage IT services to meet business needs.

Topicality. The state policy in the sphere of national security and socio-economic development of the Russian Federation, carried out in the face of new threats requires correcting structural imbalances in the economy. National interests should be implemented by means of strategic priorities in the various sectors of the economy, in the financial sphere — the timely implementation of government programs. In the Message of the President of the Russian Federation Vladimir Putin to the Federal Assembly on December 1, 2016

one of the priorities defined the creation of a national research infrastructure, representing the information and technology platform for the integration of the intellectual resources in the field of science, education and production with the aim of creating the conditions for qualitative changes in the field of science and technology. In this connection, scientific-methodical and systematic technical issues to systematize services of scientific and educational institutions of the country and creation of the united informational and analytical system of the management of such services seem to be topical. Within the framework of the whole complex of problems to design such a system, the development issues of technologies for the effective operational-technical management of scientific and educational services are of great interest.

Results. The technology of operational-technical management of scientific and educational services was developed, which is a complex of technical solutions to provide information support for the activities of organizational systems – consumers and suppliers of scientific and educational services. This article presents the main provisions of technology for operational-technical management of scientific and educational services, based on innovative technical solutions and taking into account the perspective of digital trends to ensure business services. The business service in the article means IT service that directly supports a business process – the process of providing for scientific or educational service, based on the unified information and managed environment. The proposed technology is the contribution of the scientific community in the realization of the strategic national priorities of the Russian Federation.

Conclusion. The advantage for the provided technology, in comparison with analogues, is to increase the efficiency of the management of organizational systems – consumers and suppliers of scientific

and educational services, due to the automatic assessment of their business services and automatic management of activities with the assessment. The method, used in this technology, to provide consumers with scientific and educational services in the form of business services in accordance with the concept of IT service management ensures universality of approach to create the knowledge base and algorithms to use the knowledge for managing IT infrastructure support of business services, and to manage business services. This approach allows to optimize the composition of the applications in the management of scientific and educational services, as well as to ensure the conditions at the design stage for analysis and decision-making by the choice of IT infrastructure for the provision of scientific and educational services to consumers.

Keywords: management; technology; scientific services; educational services; activities; organizational system; business service; IT service; computing resources.

Введение

Государственная политика, проводимая в настоящее время в сфере обеспечения национальной безопасности и социально-экономического развития Российской Федерации на фоне новых угроз, имеющих комплексный взаимосвязанный характер, требует устранения структурных дисбалансов в экономике и ее модернизации. Обеспечение национальных интересов должно осуществляться посредством реализации стратегических приоритетов [1], что без создания и использования научных и образовательных сервисов, предоставляемых потребителям – научным организациям и образовательным учреждениям, предприятиям различных отраслей экономики, затруднительно. В этой части уже создан существенный научно-технический задел, прежде всего в ФИЦ ИУ РАН. Так, проведены научные исследования в области критических технологий информационных и управляющих систем, разработана технология информационной поддержки деятельности организационных систем – органов власти, ведомств, предприятий, учреждений [2]. Проведены патентные исследования и разработаны комплекс технических решений [3], лежащих в основе данной технологии, ключевым среди которых является

способ поддержки деятельности организационной системы, обеспечивающий информационную поддержку, независимо от вида деятельности. Рассмотрены вопросы реализации данного способа на основе рекомендаций Библиотеки инфраструктуры информационных технологий (ITIL) и сервисного подхода к управлению и организации ИТ-услуг (ITSM), направленного на удовлетворение потребностей бизнеса, обоснована возможность массового применения технологии для поддержки бизнес-услуг крупных и средних предприятий.

Целью настоящей статьи является представление основных положений технологии оперативно-технического управления научными и образовательными сервисами, разработанной на основе инновационных решений, сервисного подхода [4] и с учётом перспективных цифровых трендов [5] по обеспечению бизнес-услуг. При этом под бизнес-услугой понимается ИТ-услуга, которая напрямую поддерживает бизнес-процесс – процесс предоставления научного или образовательного сервиса на базе единой информационно-управляемой среды. Целью применения предлагаемой технологии является повышение эффективности функционирования системы управления научными и образовательными сервисами.

1. Деятельность по предоставлению сервиса – бизнес-услуга

В мировом опыте в области предоставления научных и образовательных сервисов их потребителям, как бизнес-услуг, можно выделить следующие общеизвестные способы:

- предоставление научного оборудования, материалов, с оказанием технической и консультационной поддержки, при этом работы выполняются силами потребителя бизнес-услуги или в его интересах силами других предприятий;

- предоставление знаний – результатов научной деятельности и других, накопленных в научной организации или образовательном учреждении, при этом знания используются потребителем при проведении им исследовательской, испытательной, промышленной или другого вида деятельности или передаются другим организациям, предприятиям;

- выполнение НИР, ОКР или проекта по заявке потребителя, с передачей ему результатов этих работ;

- другие способы, носящие частный характер и отражающие специфику деятельности научной организации или образовательного учреждения и деятельности потребителя бизнес-услуги.

Общим, характерным для всех указанных выше спосо-

бов, является наличие организационно-информационного сопровождения предоставляемых бизнес-услуг в области научной деятельности, в том числе, в части:

- выполнения процессов управления заявками пользователей (потенциальных потребителей услуг), заключения соглашений о бизнес-услугах, контроля и анализа над их выполнением, предоставления отчётов и других процессов, обеспечивающих выполнение всего цикла управления бизнес-услугами;

- использования при этом аппаратно-программных средств, в частности, средств для реализации процессов управления ITSM.

Отличительной чертой для разных организаций, предоставляющих бизнес-услуги, являются различия в технологиях управления, в составе процессов управления и в применяемых аппаратных и программных средств.

Предлагаемая технология оперативно-технического управления научными и образовательными сервисами, как бизнес-услугами, обладает явным преимуществом перед известными аналогами [6, 7]. Преимущество заключается в повышении эффективности управления путём автоматического выполнения оценки показателей эффективности и автоматического управления объектами, влияющими на предоставление бизнес-услуг с учётом выполненной оценки. Преимущество достигается за счёт использования способа поддержки деятельности организационной системы, включённого в состав данной технологии.

2. Основные принципы построения и применения технологии оперативно-технического управления

Технология оперативно-технического управления научными и образовательными серви-



Рис. 1. Модель информационной поддержки

сами является универсальной, сочетает в себе компоненты управления научными и образовательными сервисами, как бизнес-услугами, и компоненты управления их информационной поддержкой.

Технология содержит следующие этапы:

1. *Моделирование* — формирование блоков данных:

- о нормированных показателях и состояниях объектов, поддерживающих бизнес-услуги, о критических и допустимых показателях эффективности услуг;

- о сценариях и командах управления, предназначенных для установления объектов в определённые состояния в зависимости от фактической ситуации.

Под объектами поддержки (наблюдения) в рамках этой статьи понимаются такие объекты наблюдения в зонах ответственности научных организаций, образовательных учреждений и во внешней среде, которые оказывают влияние на состояние бизнес-услуг. Например, объектами поддержки является научное оборудование, а также технические

и программные средства вычислительных комплексов и компьютерных сетей, обеспечивающих информационную поддержку бизнес-услуг.

2. *Настройка* — установление объектов в нормированные состояния с учётом их влияния на состояние бизнес услуг.

3. *Контроль* — определение фактических показателей и состояний объектов поддержки, фактических состояний бизнес-услуг.

4. *Оценка* эффективности бизнес-услуг (анализ).

5. *Определение* сценариев для принятия решений — выбор из числа известных (см. этап 1) или выработка новых сценариев и команд управления объектами поддержки.

6. *Модернизация* — установление объектов поддержки в допустимые состояния с учётом их влияния на бизнес-услуги, предоставляемых в подразделениях научных организаций и образовательных учреждениях (далее по тексту, в организациях).

В основе применения технологии оперативно-технического управления научными и образовательными сервисами,

Таблица

как бизнес-услугами, лежат следующие положения:

1. Принцип управления бизнес-услугами (Business Service Management), при котором ИТ-услуги поддерживают научные и образовательные сервисы и повышают их эффективность (увеличивают формируемую ценность) [4].

2. Двухуровневая модель информационной поддержки деятельности (рис. 1):

— на первом уровне — технологии, предназначенные для информационной поддержки научных и образовательных сервисов путём предоставления их потребителям бизнес-услуг с использованием информационных систем;

— на втором уровне — технологии, предназначенные для управления информационной поддержкой путём выполнения процессов управления ITSM (управление заявками на обслуживание, событиями, инцидентами, проблемами, уровнем услуг, конфигурациями, изменениями и др.) с помощью средств автоматизации этих процессов, входящих в состав управляющей информационной системы.

3. Принцип вложенности, при котором каждой бизнес-услуге сопоставляется одна базовая ИТ-услуга, представляющая собой линейку с пакетами уровней услуг (Service Level Packages, SLP), каждый из которых спроектирован с целью поддержки соответствующей бизнес-услуги в одном подразделении, например, в центре коллективного пользования (ЦКП) организации.

4. Принцип автоматизации на основе программного обеспечения процессов управления ITSM.

5. Принцип относительности, при котором:

— данные о показателях объектов представляются в двоичном исчислении в одном формате, независимо от единиц измерения показателей, с предварительным их приведе-

Показатель	Описание
N и $n = 1, \dots, N$	Число и индекс базовой ИТ-услуги (бизнес-услуги)
M и $m = 1, \dots, M$	Число и индекс подразделения
D и D^*	Нормированный и фактический показатель информационной поддержки деятельности организации в целом
D_n и D_n^*	Нормированный и фактический показатель n -й базовой ИТ-услуги организации
S_{nm} и S_{nm}^*	Нормированный и фактический показатель n -й базовой ИТ-услуги, предоставляемой в m -ом подразделении организации
α_n и β_{nm}	Приоритет n -й базовой ИТ-услуги организации и n -й базовой ИТ-услуги, предоставляемой в её m -м подразделении
ΔD^* и ΔD_n^*	Фактические показатели эффективности информационной поддержки деятельности организации в целом и её n -й базовой ИТ-услуги
ΔS_{nm}^*	Фактический показатель эффективности n -й базовой ИТ-услуги, предоставляемой в m -ом подразделении
$\Delta D_{\text{крит.}}$	Критический показатель эффективности информационной поддержки в целом, снижение, по сравнению с которым, фактического показателя ΔD^* означает для неё проявление угрозы
$\Delta D_{\text{доп.}}$	Допустимый показатель эффективности информационной поддержки в целом, снижение, по сравнению с которым, фактического показателя ΔD^* означает для неё возможность появления угрозы
$\Delta D_{n-\text{крит.}}$	Критический показатель эффективности n -й базовой ИТ-услуги, снижение, по сравнению с которым, фактического показателя ΔD_n^* означает для неё проявление угрозы
$\Delta D_{n-\text{доп.}}$	Допустимый показатель эффективности n -й базовой ИТ-услуги, снижение, по сравнению с которым, фактического показателя ΔD_n^* означает для неё возможность появления угрозы
$\Delta S_{nm-\text{крит.}}$	Критический показатель эффективности n -й базовой ИТ-услуги, предоставляемой в m -ом подразделении, снижение, по сравнению с которым, фактического показателя ΔS_{nm}^* означает для неё проявление угрозы
$\Delta S_{nm-\text{доп.}}$	Допустимый показатель эффективности n -й базовой ИТ-услуги, предоставляемой в m -ом подразделении, снижение, по сравнению с которым, фактического показателя ΔS_{nm}^* означает для неё возможность появления угрозы

нием к безразмерным значениям, например, в диапазонах от 0 до 1, с учётом возможных минимальных и максимальных значений по каждому показателю;

— данные о показателях объектов преобразуются в данные о состояниях этих объектов, которые затем преобразуются в данные о показателе пакета уровня услуги;

— данные о показателях пакетов уровней услуг преобразуются в данные о показателе базовой ИТ-услуги, которые затем преобразуются в данные о показателе информационной поддержки в целом деятельности организации;

— используются данные о приоритетах объектов, пакетов уровней услуг и базовых ИТ-услуг.

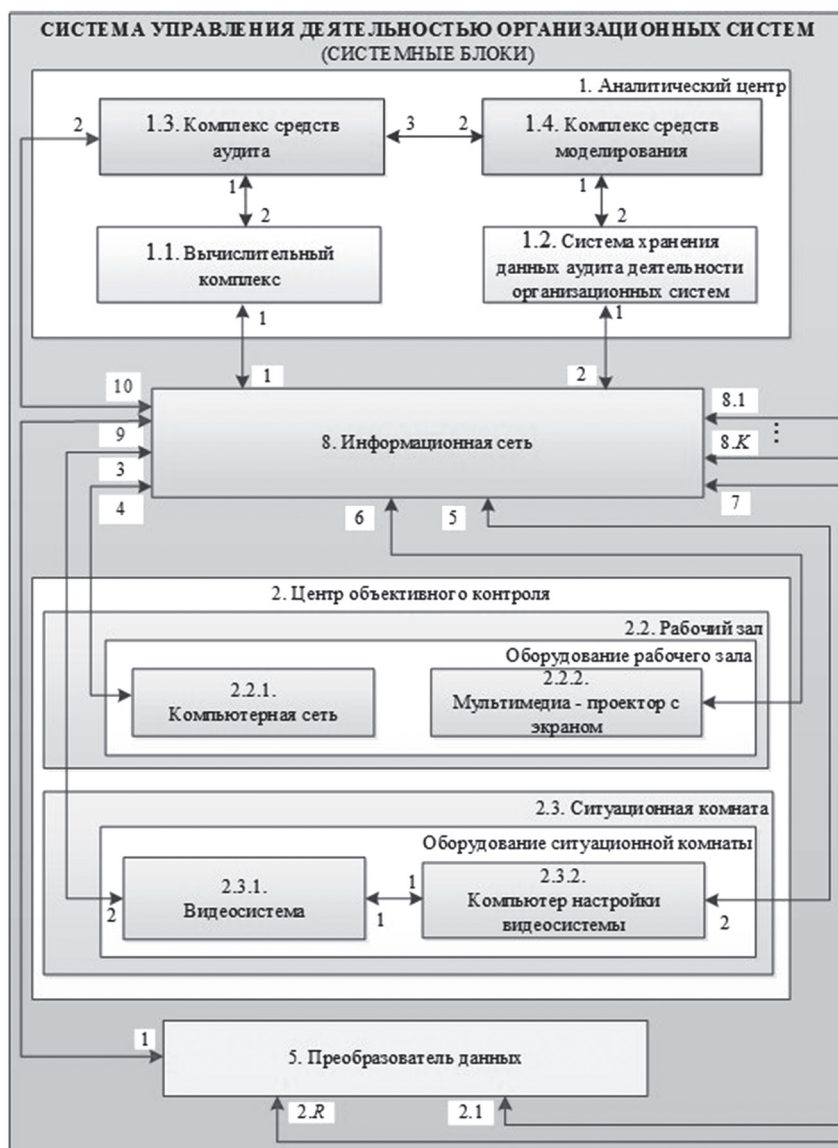


Рис. 2. Структурная схема централизованного управления

6. Принцип контроля над объектами информационной среды — объектами и другими сущностями в организации, учреждении и во внешней среде, над действиями субъектов, которые влияют на состояния бизнес-услуг и управляющей информационной системы или отражают результаты этих действий. В состав данных об объектах входят данные о физических, логических, информационных, организационных и других типах связи.

В технологии представлена система показателей, которая предназначена для проведения оценки эффективности базовых ИТ-услуг, в том числе по обеспечению деятельности ор-

ганизации и её подразделений. Основные показатели эффективности приведены в таблице.

3. Инновационные решения в технологии оперативно-технического управления

Инновационные технические решения разработаны с учетом результатов анализа процессов ITSM применительно к задачам технологического управления научными и образовательными сервисами в больших организационных системах. Так, проведен анализ опыта формализации и автоматизации процессов ITSM на предприятиях и организациях, сопоставимых по

своему масштабу с масштабом конгломерации научных и образовательных организаций, подведомственных ФАНО. Исследованные организационные системы — Банк России [8], Федеральная налоговая служба [9], Газпром Нефть [10], РАО ЕЭС [11] и Казначейство [12], имеют как технические отличия в составе процессов ITSM, так и отличия в названии однородных процессов. Однако важно то, что их объединяет с конгломерацией организаций ФАНО. Это:

- иерархическая структура поддерживаемых процессами ITSM бизнес-услуг (видов деятельности, а в нашем случае — научных и образовательных сервисов, как бизнес-услуг) и, как следствие, наличие процесса управления уровнем услуг по 3-х уровневой схеме — по видам деятельности в подразделении, по видам деятельности, по деятельности в организации, в целом;

- наличие процессов управления заявками на обслуживание, инцидентами, проблемами, конфигурациями, изменениями, уровнем услуг и др.;

- общая направленность процессов управления ITSM на взаимоотношение с бизнесом, на повышение качества бизнес-процессов, их эффективности.

При исследовании использовались аналитические материалы из библиотеки ITIL Форума России по ITSM [13] и данные из обзора [14], в которых показано следующее:

- наиболее часто бизнес ожидает от процессов ITSM повышения качества услуг, предоставляемых пользователям, и обеспечения непрерывности бизнес-процессов, что говорит о понимании бизнесом цели ITSM;

- наиболее часто применяются процессы из группы поддержки базовых ИТ-услуг, такие как процессы управления событиями, заявками на обслуживание, инцидентами,

проблемами, изменениями, каталогом и уровнем услуг.

Выполнение технологии оперативно-технического управления научными и образовательными сервисами может осуществляться на базе системы централизованного управления или на базе распределённой системы управления. Инновационные технические решения, лежащие в основе данных систем управления, приведены в работе [3]. В качестве примера централизованного управления на рис. 2 приведена структурная схема системных блоков одного из этих решений – системы управления деятельностью организационных систем.

Данная система обеспечивает управление деятельностью научных и образовательных организаций ФАНО и их подразделений. Системные блоки могут быть размещены, например, в ФИЦ ИУ РАН. Для передачи данных между организациями и подразделениями используется телекоммуникационная сеть. Система управления выполнена таким образом, что в ней формируются, сохраняются и отображаются на экранах:

– технологические данные, необходимые для анализа состояний базовых ИТ-услуг, оценки их эффективности и для отчётов;

– данные о сценариях управляющих решений в раз-

личных условиях фактической обстановки – при выполнении плановых работ, при опасности возникновения нештатных ситуаций и в критических обстоятельствах.

Выработка сценариев принятия решений осуществляется применительно к априорным или уже проявившимся ситуациям, в результате чего показатели базовых ИТ-услуг изменяются. Например, правило выбора сценария принятия решения в отношении базовых ИТ-услуг в целом научной организации следующее:

1. В исходном состоянии определяют и исполняют команды $W^{y0}_{nt-норм.}$, предназначенные для установления нормированных показателей базовых ИТ-услуг в подразделениях компании:

$$W_{nt-норм.} = \{W^1_{nt-норм.}; W^2_{nt-норм.}; \dots; W^{Y_{nt-норм.}}_{nt-норм.}\}; \\ y0 = 1, 2, \dots, Y_{nt-норм.},$$

при условии, что при выполнении этих команд показатели базовых ИТ-услуг и показатель информационной поддержки в целом также будут нормированными.

2. Если фактический показатель ΔD^* эффективности меньше $\Delta D_{крит.}$

$$0 \leq \Delta D^* < \Delta D_{крит.},$$

то из множества $W_{крит.}$ критических сценариев определяют и исполняют команды $W^{q1}_{крит.}$, предназначенные для ликвидации последствий угроз:

$$W_{крит.} = \{W^1_{крит.}; W^2_{крит.}; \dots; W^{q_{крит.}}_{крит.}\}; q1 = 1, 2, \dots, q_{крит.}$$

3. Если фактический показатель ΔD^* эффективности находится в интервале между критическим и допустим показателем

$$\Delta D_{крит.} \leq \Delta D^* < \Delta D_{доп.},$$

то из множества $W_{пред.}$ предупреждающих сценариев определяют и исполняют команды $W^{q2}_{пред.}$, предназначенные для предотвращения угроз:

$$W_{пред.} = \{W^1_{пред.}; W^2_{пред.}; \dots; W^{Q_{пред.}}_{пред.}\}; q2 = 1, 2, \dots, Q_{пред.}$$

4. Если фактический показатель ΔD^* не меньше $\Delta D_{доп.}$ и меньше единицы

$$\Delta D_{доп.} \leq \Delta D^* < 1,$$

то из множества $W_{план.}$ плановых сценариев определяют и исполняют команды $W^{q3}_{план.}$, предназначенные для повышения эффективности деятельности:

$$W_{план.} = \{W^1_{план.}; W^2_{план.}; \dots; W^{Q_{план.}}_{план.}\}; q3 = 1, 2, \dots, Q_{план.}$$

В процессы определения сценариев входят действия по разработке:

– технических решений по резервированию, изменению конфигурации и др.;

– компьютерных алгоритмов в части логики выполнения операций по обработке данных, по выбору маршрутов для передачи данных и другие.

– организационных решений по изменению структуры служб технической поддержки, по изменению в них числа и уровня подготовки специалистов. На основании результатов исследований о влиянии структуры службы технической поддержки (СТП) и квалификации персонала на мощность этой службы произведён расчёт числа специалистов в СТП для организационных структур вырожденной и конвейерно-древовидного типа. На рис. 3 приведен пример диаграмм расчётных данных.



Рис. 3. Результаты расчёта числа специалистов службы технической поддержки

Модель топологии структуры конвейерно-древовидного типа представляет собой систему, состоящую из накопителя и элементов (групп работников), распределённых по i уровням ($i = 1, 2, \dots, w$; $w = 2, 3, \dots$). Распределение групп по уровням осуществляется по следующему правилу: каждая группа верхнего уровня является источником требований для групп нижнего уровня; в каждую группу нижнего уровня поступают требования только из одной группы верхнего уровня. Модель топологии структуры вырожденного типа представляет собой систему массового обслуживания, состоящую из одного элемента, в котором каждый обслуживающий прибор (работник) реализует все функции процесса обслуживания требований.

Представленные на рисунке графики показывают зависимость числа специалистов от мощности СТП. Мощность измеряется числом $N_{\text{макс}}$ интервалов обслуживания и соотносится с максимально-допустимой длительностью интервала занятости, который может образовываться с соблюдением заданных значений минимально-допустимой вероятности $P_{\text{мин}}$ превышения заданного максимально-допустимого времени $T_{\text{макс}}$ ожидания обслуживания. Как видно из графиков, разница в числе специалистов в рассматриваемых вариантах структуры СТП достигает 50%. Данное обстоятельство подчёркивает важность разработки организационных решений при подготовке сценариев.

При выборе номенклатуры аппаратных и программных средств для реализации технологии управления целесообразно руководствоваться известными методиками, например, методологическим подходом к определению условий стабильности информационных систем, разработанным при исследовании граничных условий стабильности. Не менее

важным является определение концепции построения такой ИТ-инфраструктуры, которая обеспечит повсеместный и удобный доступ по сети к общему пулу вычислительных ресурсов научных организаций и АРМ администраторов их подразделений. Так построение ИТ-инфраструктуры в виде корпоративного «облака», например, по технологии, представленной в [15] и апробированной в Федеральной налоговой службе и Казначействе, позволяет получить следующие дополнительные свойства:

- самообслуживание по требованию, когда пользователь при помощи интерфейса без непосредственного взаимодействия с службой технической поддержки определяет в «облачной» инфраструктуре необходимые ему вычислительные ресурсы — серверное время, скорость доступа и обработки данных, объём хранимых данных;

- услуги доступны потребителям по сети передачи данных вне зависимости от используемого устройства доступа;

- вычислительные ресурсы объединяются в единый пул, пользователи могут запрашивать из него необходимые вычислительные мощности и освобождать их, когда потребность пропадает, при этом они контролируют только основные параметры услуги, например, объём данных и скорость доступа;

- услуги могут быть предоставлены или изменены в любой момент времени, без взаимодействия с поставщиком, и, как правило, в автоматическом режиме;

- поставщик услуг автоматически фиксирует и ведёт учёт потребляемым ресурсам — объёму хранимых данных, пропускной способности и др.

При построении интерфейсов для подключения ресурсов организаций к корпоративному «облаку» можно использовать разработанные в ФИЦ ИУ РАН технические решения, которые

обеспечивают создание единой информационно-управляемой среды, независимо от наличия тождественности используемых в организациях кодов данных команд управления и систем адресации объектов.

Заключение

В статье представлены следующие научные результаты.

Предложена технология оперативно-технического управления научными и образовательными сервисами, в основе которой применены разработанные авторами инновационные системно-технические решения в области информационной поддержки деятельности организационных систем.

В технологии использован способ предоставления потребителям научных и образовательных сервисов как бизнес-услуг в соответствии с концепцией управления ИТ-услугами. Такой подход обеспечивает универсальность применения процессов ITSM как при управлении ИТ инфраструктурой, так и при управлении собственно бизнес-услугами, и позволяет оптимизировать состав прикладных программ в системе управления научными и образовательными сервисами.

Входящие в состав технологии инновационные технические решения по построению системы управления научными и образовательными сервисами и по созданию единой информационно-управляемой среды позволяют произвести на этапе проектирования необходимый анализ и принять решение о выборе ИТ инфраструктуры для консолидируемых научных и образовательных организаций.

Предложенная технология более эффективна по сравнению с аналогами за счёт автоматического выполнения оценки состояния базовых ИТ-услуг и автоматического управления объектами деятельности с учётом выполненной оценки.

Литература

1. О стратегии национальной безопасности Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 г. № 683. Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201512310038> (дата обращения 22.12.2016).

2. *Зацаринный А.А., Шабанов А.П.* Технология информационной поддержки деятельности организационных систем на основе ситуационных центров. М.: ТОРУС ПРЕСС; 2015; с. 232. — URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=26346357> (дата обращения 22.12.2016).

3. *Шабанов А.П.* Инновации: от устройств обмена информацией до интегрированных систем управления. Часть 2 — Управление деятельностью организационных систем. Системы управления, связи и безопасности. 2016, № 3, с. 179–226. — URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-03/05-Shabanov.pdf> (дата обращения 02.02.2017).

4. Глоссарий Терминов и Определений (Glossary Terms and Definitions) ITIL® V3 Glossary Russian Translation v0.92, 30 Apr 2009. — URL: <https://www.axelos.com/best-practice-solutions/itil> (дата обраш. 08.12.2016).

5. *Шваб К.* Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо. Серия: Top Business Awards; 2016, с. 208. — URL: <http://www.labirint.ru/books/546355/> (дата обраш. 18.12.2016).

6. *Акиншина Г.Н., Селифанов В.А.* Способ трёхуровневого централизованного управления и система управления для его осуществления. Патент RU2451963C1, опубл. 27.05.2012, бюл. № 15. — URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1482488551706 (дата обраш. 18.12.2016).

7. *Селифанов В.А.* Способ четырёхуровневого управления техническими средствами и система управления для его осуществления. Патент RU2453894C1, опубл. 20.06.2012, бюл. № 17. — URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1482488899939 (дата обраш. 18.12.2016).

8. *Карпунин М.А., Тищенко М.В.* О роли информационных технологий в организации деятельности территориального учреждения Банка России. *Финансовая аналитика*. 2009, № 26, опубл. 05.06.2009. — URL: <http://www.finanal.ru/006?page=26> (обраш. 23.01.2017).

9. *Матвеева Т.В.* Информационные технологии в Федеральной налоговой службе. Российский интернет-портал TAdviser [Электронный ресурс]. Опубл. 16.06.2016. — URL: [www.tadviser.ru/index.php/Статья:Федеральная_налоговая_служба_\(информационные_системы\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Федеральная_налоговая_служба_(информационные_системы)) (обраш. 02.02.2017).

10. Совершенствование системы управления ИТ-сервисами ОАО «Газпром нефть» на территории РФ. АСТЕРОС [Электронный ресурс], раздел «Проекты». — URL: <http://www.asteros.ru/projects/2673/> (обраш. 23.01.2017).

11. *Селютин А.В.* Инструменты корпоративного управления ИТ-деятельностью в холдинге

References

1. O strategii natsionalnoj bezopasnosti Rossijskoj Federatsii. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 31 dekabrya 2017 g. no. 683. Ofitsialnij internet-portal pravovoj informatsii. [Electronic resource]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201512310038> (Accessed: 22 December 2016) (in Russ.).

2. *Zatsarinnyy A.A., Shabanov A.P.* Information technology support for the activities of the organizational systems based on situational centers. Moscow, TORUS PRESS, 2015. — 232 p. (in Russ.).

3. *Shabanov A.P.* Innovation: Sharing Devices to Integrated Management Systems. Part 2 — Management of organizational systems. Systems of Control, Communication and Security, 2016, no. 3, pp. 179–226 (in Russ.).

4. Glossary Terms and Definitions ITIL® V3 Glossary Russian Translation v0.92, 30 Apr 2009. [Electronic resource]. Available at: <https://www.axelos.com/best-practice-solutions/itil> (Accessed: 8 December 2016) (in Russ.).

5. *Shvab K.* Chetvertaja promishlennaja revoljutsija. Moscow, Eksmo. Serija: Top Business Awards; 2016, p. 208 (in Russ.).

6. *Akinshina G.N., Selivanov V.A.* Sposob trechurovneвого centralizovannogo upravlenija i Sistema upravlenija dlja ego osuchestvlenija. Patent Russia RU 2451963 C1, Publish. 27.05.2012, bul. no. 15 (in Russ.).

7. *Selivanov V.A.* Sposob chetirechurovneвого upravlenija technicheskimi sredstvami i Sistema upravlenija dlja ego osuchestvlenija. Patent Russia RU 2453894 C1, Publish. 20.06.2012, bul. no. 17 (in Russ.).

8. *Karpunin M.A., Tischenko M.V.* O roli informatsionnich tehnologij v organizatsii deiatelnosti territorialnogo uchregdenija Banka Russia. *Finansovaja analitika*. 2009, no. 26, [Electronic resource]. Available at: <http://www.finanal.ru/006?page=26> (Accessed: 23 January 2017) (in Russ.).

9. *Matveeva T.V.* Informatsionnii tehnologii v Federalnoj nalogovoj slugbe. Rossijskij portal TAdviser. Publish. 16.06.2016, [Electronic resource]. Available at: [www.tadviser.ru/index.php/Статья:Федеральная_налоговая_служба_\(информационные_системы\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Федеральная_налоговая_служба_(информационные_системы)) (Accessed: 02 February 2017) (in Russ.).

10. Sovershenstvovanie sistemi upravlenija IT-servisami OAO “Gazprom neft” na territorii RF. ASTEROS, razdel “Proekti”. [Electronic resource]. Available at: <http://nalogkodeks.ru/m-v-mishustin-prodemonstriroval-chlenam-pravitelstva-rf-rabotocoda-v-dubne/> (Accessed: 23 January 2017) (in Russ.).

11. *Seljutin A.V.* Instrumenti korporativnogo upravlenija IT-dejatelnostju v choldinge OAO RAO “EES Russia”. *Gurnal shkoli IT-menedgmenta “Sistemi upravlenija biznes-protsesami”*. Vipusk 1,

ОАО РАО «ЕЭС России. Журнал школы IT-менеджмента «Системы управления бизнес-процессами». Выпуск 1, рубрика «IT-стратегия», 01.12.2008 г. — URL: <http://journal.itmane.ru/node/35> (обращ. 23.01.2017).

12. *Гуральников С.Б.* IT-сервисы Федерального казначейства: итоги проекта модернизации казначейской системы РФ и приоритеты развития на 2013–2015 годы. Издание о высоких технологиях C-news [Электронный ресурс]. — URL: http://www.cnews.ru/reviews/ppt/2013_03_28_2/19.Guralnikov_Sergey.pdf (обращ. 23.01.2017).

13. *Неллер М.* Преимущества ITIL. Краткое резюме для руководителей. Альманах itSMF России. Избранные статьи. М.: itSMF Russia; 2016; с. 4–11. — URL: http://itsmforum.ru/itsmbooks/2016_10_21/Almanah_itSMF_2016_all_light.pdf (дата обращ. 02.02.2017).

14. *Зимин К., Орлова Т., Федулов К.* Результаты всероссийского исследования IT Service Management 2013. Отчет об исследовании. Information Management. — URL: http://itsmforum.ru/reference/ITSM_2013_Research/ITSM_Research_2013_itSMF_and_Information_Management.pdf (дата обращ. 23.01.2017).

15. *Бутмалай Д.* Облачная вычислительная инфраструктура [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.ibs.ru/it-infrastructure/claoud-infrastructure/oblachnaya-vychislitelnaya-infrastruktura/> (дата обращ. 23.01.2017).

rubrika “IT-strategija”, Publish. 01.12.2008, [Electronic resource]. Available at: <http://journal.itmane.ru/node/35> (Accessed: 23 January 2017) (in Russ.).

12. *Guralnikov S.B.* IT-servisi Federalnogo kaznachejstva: itogi proekta modernizatsii kaznachejskoj sistemi RF I prioriteti razvitija na 2023-2015 godi. Izdanie o visokich tehnologijach C-news. [Electronic resource]. Available at: http://www.cnews.ru/reviews/ppt/2013_03_28_2/19.Guralnikov_Sergey.pdf (Accessed: 23 January 2017) (in Russ.).

13. *Neller M.* Preimuschestva ITIL. Kratkoe resume dlaj rukovoditelej. Almanach itSMF Russia. Izbrannii stati. Moscow, itSMF Russia; 2016; pp. 4–11. [Electronic resource]. Available at: http://itsmforum.ru/itsmbooks/2016_10_21/Almanah_itSMF_2016_all_light.pdf (Accessed: 02 February 2017) (in Russ.).

14. *Zimin K., Orlova T., Fedulov K.* Rezultati vserossijskogo issledovanija IT Service Management 2013. Otchet ob issledovanii. Information Management. [Electronic resource]. Available at: http://itsmforum.ru/reference/ITSM_2013_Research/ITSM_Research_2013_itSMF_and_Information_Management.pdf (Accessed: 23 January 2017) (in Russ.).

15. *Butmalaj D.* Oblachnaja bichislitelnaja infrastruktura. [Electronic resource]. Available at: <http://www.ibs.ru/it-infrastructure/claoud-infrastructure/oblachnaya-vychislitelnaya-infrastruktura/> (Accessed: 23 January 2017) (in Russ.).

Сведения об авторах

Александр Александрович Зацаринный

Доктор технических наук, профессор, заместитель директора

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН), Москва, Россия

Эл. почта: azatsarinny@ipiran.ru

Александр Петрович Шабанов

Доктор технических наук, ведущий научный сотрудник

Институт проблем информатики ФИЦ ИУ РАН, Москва, Россия

Эл. почта: apshabanov@mail.ru

Information about the authors

Alexandr A. Zatsarinnyy

Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Deputy Director

Federal Research Center «Computer science and management» (FRC CSM) RAS, Moscow, Russia

E-mail: azatsarinny@ipiran.ru

Alexandr P. Shabanov

Doctorate of Engineering Sciences, Leading researcher

Institute of Informatics problem of FRC CSM RAS, Moscow, Russia

E-mail: apshabanov@mail.ru