



Научно-практический
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
Том 22. № 1. 2018

Учредитель:
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор
Юрий Филиппович Тельнов

Зам. главного редактора
Александр Викторович Бойченко
Василий Михайлович Трембач

Ответственный редактор
Павел Александрович Смелов
Елена Алексеевна Егорова

Технический редактор
Елена Ивановна Аникеева

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

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

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов

Журнал включен ВАКом в перечень
периодических научных изданий.

Тираж журнала
«Открытое образование»
1500 экз.

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

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

© ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2018

Подписано в печать 28.02.18.
Формат 60х84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 11,5. Тираж 1500 экз. Заказ

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

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Д.В. Моглан

Методические аспекты использования сервисов Веб 2.0
в процессе смешанного обучения 4

Н.И. Тарасеева

Особенности педагогической ситуации при подготовке
бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство»
на примере дисциплины специализации 13

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В.М. Трембач

Интеллектуальная система с использованием
концептов-представлений для решения задач
целенаправленного поведения 28

КАЧЕСТВО ЗНАНИЙ

Г.П. Виноградов, В.Н. Кузнецов

Самоорганизующиеся экспертные среды
в образовательных проектах 38

УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

К.П. Баслык

Расчетные программы как дидактический генератор
учебной дисциплины «Основы ракетно-космической
техники» 48

Ю.И. Петренко

Разделение и ранжирование гласных в русских текстах для
задач криптоанализа 59

НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАТИКИ

Ю.С. Васильев, В.Н. Волкова, В.Н. Козлов, А.А. Ефремов

Научно-педагогическая школа «Системный анализ
в проектировании и управлении» и ее вклад в учебный
процесс вузов 70

С.В. Куликова, А.А. Круглов

Разработка метода непрерывного совершенствования
услуг с использованием инструментов Business Intelligence . 83



Scientific and practical reviewed
journal

OPEN EDUCATION
Vol. 22. № 1. 2018

Founder:
Plekhanov Russian University of
Economics

Editor in chief
Yuriy F. Telnov

Deputy editor
Aleksandr V. Boichenko
Vasily M. Trembach

Executive editor
Pavel A. Smelov
Elena A. Egorova

Technical editor
Elena I. Anikeeva

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

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

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

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

Editorial opinion may be different from
the views of the authors

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

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

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

© Plekhanov Russian University of
Economics, 2018

Signed to print 28/02/18.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 11,5. 1500 copies.
Order

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

CONTENTS

METHODICAL MAINTENANCE

- Diana V. Moglan*
Methodical aspects of using of Web 2.0 services in the process
of blended learning 4
- Nelli I. Taraseeva*
Peculiarities of the pedagogical situation at the training of
bachelors on the direction 08.03.01 «Construction» on the
example of discipline of specialization..... 13

NEW TECHNOLOGIES

- Vasily M. Trembach*
Intelligence system using the concepts of representations for
solving problems of goal-directed behavior..... 28

QUALITY OF KNOWLEDGE

- Gennadiy P. Vinogradov, Vladimir N. Kuznetsov*
Self-organizing expert communities in educational projects..... 38

EDUCATIONAL RESOURCES

- Konstantin P. Baslyk*
Calculation programs as a didactic generator of the discipline
“Fundamentals of rocket and space techniques” 48
- Yuri I. Petrenko*
Automatic vowels selection and ranking in Russian enciphered
texts 59

SCIENTIFIC SCHOOLS IN THE FIELD OF INFORMATICS

- Jury S. Vasiljev, Violetta N. Volkova, Vladimir N. Kozlov,
Artem A. Efremov*
Scientific and pedagogical schools «System analysis in
engineering and control» and its contribution to educational
the process of universities 70
- Svetlana V. Kulikova, Alexander A. Kruglov*
Development of a method of continuous improvement of
services using the Business Intelligence tools..... 83

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

THE EDITORIAL BOARD of the journal «Open Education»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Методические аспекты использования сервисов Веб 2.0 в процессе смешанного обучения

Статья посвящена вопросам организации смешанного обучения с использованием сервисов Веб 2.0, ориентированных на предоставление образовательных услуг посредством сети Интернет. Процесс обучения проектируется путём реализации технологий обучения на основе активной деятельности обучающихся, включающей взаимное сотрудничество, совместное творчество и разработку лично значимых ресурсов сети Интернет. При этом студенты взаимодействуют с преподавателем в активной форме как очно, так и дистанционно. Эффективность освоения курса студентами в процессе смешанного обучения зависит от соотношения используемых форм обучения (аудиторная работа, самостоятельная работа (индивидуальная, групповая), дистанционное взаимодействие) и характера представленной информации для аудиторной и самостоятельной работы. Проблема поиска оптимального сочетания форм, методов и средств обучения является одной из ключевых для обеспечения целостного учебного процесса.

Целью настоящей работы является рассмотрение методических аспектов организации смешанного обучения с использованием сервисов Веб 2.0 для повышения качества образовательных услуг и мотивации студентов к выполнению различных видов учебной деятельности.

В основной части статьи рассматриваются образовательные возможности наиболее популярных сервисов Веб 2.0, педагогические особенности и характер реализации учебных заданий в процессе смешанного обучения, выявляется специфика реализации совместной деятельности в интернет-пространстве, определяются подходы к организации сетевого взаимодействия преподавателя и студентов. Сервисы Веб 2.0 использовались для организации открытого доступа к информационным ресурсам

курса и личного информационного пространства студентов, коллективного обсуждения различных вопросов и осуществления совместной работы студентов над учебным проектом, обеспечения оперативной и надёжной связи между студентами и преподавателем, прохождения тестов и опросов, позволяющих выявить промежуточный уровень знаний или определить отношение студентов к какой-либо проблеме. В качестве теоретической основы для организации и сопровождения смешанного обучения с использованием сервисов Веб 2.0 была использована пяти-ступенчатая модель модерации онлайн-обучения Дж. Сэлмона (доступ и мотивация, онлайн-социализация, информационный обмен, построение знаний, развитие). В статье приведён пример практической реализации модели Дж. Сэлмона с использованием сервисов Веб 2.0 (блоги, социальные фото- и видеосервисы, сервисы социальных закладок, службы социальных сетей и др.).

По завершении обучения был проведён опрос студентов (32 участника) с целью установления их отношения к использованию сервисов Веб 2.0 в образовательном процессе. В результате проведённого исследования получено подтверждение результативности применения предлагаемых методических подходов к организации смешанного обучения. Анализ полученных результатов показал, что процесс сетевого взаимодействия определяется высоким уровнем заинтересованности студентов к данной деятельности, социальной включённостью в неё студентов, стремлением изложить свою точку зрения по возникшей проблеме, обосновать и доказать её перед другими членами дискурса.

Ключевые слова: сервисы Веб 2.0, смешанное обучение, сетевое взаимодействие, работа в команде, обучение в сети Интернет.

Diana V. Moglan

Alecu Russo Bălți State University, Bălți, Republic of Moldova

Methodical aspects of using of Web 2.0 services in the process of blended learning

The article is devoted to the issues of organization of blended learning using Web 2.0 services intended at providing educational services via the Internet. The learning process is designed by implementing learning technologies based on the active work of students, including cooperation, joint creativity and the development of personally significant Internet resources. At the same time, students interact with the instructor in an active form both internally and remotely. The effectiveness of mastering the course by students in the process of blended learning depends on the ratio of the forms of study used (classroom work, independent work (individual, group), distance interaction) and the nature of the information presented for classroom and independent work. The problem of finding the optimal combination of forms, methods and means of training is one of the key to providing a holistic learning process.

The purpose of this work is to consider the methodological aspects of the organization of blended learning using Web 2.0 services to improve the quality of educational services and motivate students to perform various types of educational activities.

The main part of the article considers with the educational opportuni-

ties of the most popular Web 2.0 services, the pedagogical features and the nature of the implementation of study assignments in the process of blended learning, identifies the specifics of implementing joint activities in the Internet, and determines the approaches to organizing the network interaction of the teacher and students. Web 2.0 services were used to organize open access to the information resources of the course and the personal information space of students, to discuss issues collectively and to collaborate with students on the training project, to provide prompt and reliable communication between students and the teacher, passing tests and interviews to identify the intermediate level knowledge or to determine the attitude of students to some problem. As a theoretical basis for the organization and maintenance of blended learning using Web 2.0 services was used a five-step model of moderating online learning by J. Salmon (access and motivation, online socialization, information exchange, knowledge building, development). The article gives an example of the practical implementation of J. Salmon's model using Web 2.0 services (blogs, social photo and video services, social bookmarking services, social networking services, etc.).

After completion of the training, students were questioned (32 participants) in order to establish their attitude to the use of Web 2.0 services in the learning process. As a result of the performed research, the effectiveness of the proposed methodological approaches to the organization of blended learning has been confirmed. The analysis of the obtained results showed that the process of network interaction is determined by the high

level of students' interest in this activity, the social involvement of students in it, the desire to present their point of view on the problem that has arisen, to justify and prove it to other members of the discourse.

Keywords: Web 2.0 services, blended learning, network interaction, teamwork, learning on the Internet.

Введение

Одним из актуальных направлений информатизации образования является организация учебного процесса с использованием глобальной сети Интернет. Повышенный интерес к использованию сети Интернет в образовании обусловлен возможностями открытого доступа к информации, организации сетевого взаимодействия субъектов образовательной деятельности, реализации продуктивной совместной учебной деятельности посредством размещения и постоянного обмена информационными ресурсами в сети [1].

Технологии Веб 2.0 (социальные сервисы), позволяющие объединять различные веб-службы и веб-сервисы в единую информационную среду для совместного формирования и использования коллективного знания, составили основу современной концепции развития сети Интернет [2].

В исследованиях А.А. Андреева, М.В. Моисеевой, Е.Д. Патаракина, И.В. Роберт, А.Н. Сергеева, П.В. Сысоева, Т. O'Reilly, P. Andersen, S. Downes подчёркивается, что для достижения новых образовательных результатов существенным дидактическим потенциалом обладают средства обучения, построенные на основе Веб-технологий, в том числе и социальных сервисов Веб 2.0, так как они могут обеспечить формирование интеллектуально и профессионально развитой личности, будут способствовать развитию самостоятельности и творческих способностей, предоставят доступ к новым источникам учебной информации.

Е.Д. Патаракин определяет Веб 2.0 как сервисы глобальной сети Интернет, которые используются для организации совместной комфортной сетевой деятельности в обучении. Сервисы Веб 2.0 позволяют организовать совместную работу с веб-документами и массовыми публикациями, обмениваться информацией [3].

Реализация образовательных задач с использованием сервисов Веб 2.0 основывается на использовании таких механизмов и особенностей как диалог, взаимная поддержка, обмен знаниями, креативная направленность деятельности, работа в группе, стремление к самореализации и конструированию собственного окружения в сети Интернет [4].

К сервисам Веб 2.0 относят:

- блоги и микроблоги (Blog, Live Journal, Twitter);

- социальные сети (Facebook, В Контакте, Одноклассники, Мой мир);

- вики (Wikipedia, Wiki-верситет, Wiki-учебник, Летописи);

- социальные медиахранилища (YouTube, RuTube)

- социальные поисковые системы (Swicki, Google, Nigma) и сервисы закладок (Delicious, Diigo).

Рассмотрим их более подробно.

Блог («сетевой журнал или дневник событий») определяется как информационное пространство в сети Интернет, где пользователь (блоггер) может регулярно публиковать различную информацию (текстовую, аудио/видео, изображения и др.), организуя тем самым сетевое сообщество для интерактивного общения пользователей [5].

Организация информации по темам в обратном хронологическом порядке и гипертекстовая структура в блоге дают возможность создать пространство для индивидуальной работы каждого студента и сетевого общения между участниками проекта.

Блоги могут содержать текстовый материал и различные мультимедийные объекты (графические, аудио- и видеофайлы). Дизайн и содержание блога позволяют студенту наиболее полно раскрыть свои творческие способности, а также организовать комфортную для себя среду обучения. Блог имеет круг постоянных читателей, которые могут вступать в дискуссию с автором посредством функции комментариев. К любой записи в блоге можно добавлять комментарии — текст, аудио- или видеоинформацию, которые выстраиваются в виде иерархического дерева. Этот двусторонний характер общения в блоге обеспечивает интерактивность [6].

Кроме того, использование блогов не требует от пользователя специальных технических знаний для публикации информации любого вида, что говорит о простоте использования и доступности блог-технологий.

В зависимости от цели образовательной деятельности блоги бывают следующих видов: классного руководителя (класса); родителей; учителя-предметника (индивидуальный, коллективный); темы (раздела); блог-портфолио учащегося (студента) и др.

В образовательных целях блог можно использовать в качестве площадки для:

- консультации по интересующим вопросам, обмена дополнительной информацией;
- педагогических дискуссий;
- организации исследовательской деятельности студентов по дисциплине [7].

Wiki представляет собой веб-сайт, структуру и содержание которого пользователи, не связанные между собой ни пространством, ни временем, могут сообща изменять с помощью инструментов, предоставляемых самим сайтом [8]. Данная особенность *Wiki* является отправным моментом для реализации технологии обучения в сотрудничестве. Всемирно известным примером применения технологии *Wiki* являются вики-сайт – Wikipedia (<https://www.wikipedia.org/>), наполнением которой занимаются все пользователи сети Интернет на различных языках мира.

Педагогический потенциал использования *Wiki* в обучении состоит в следующем: организация дифференцированного и проблемного обучения благодаря гипертекстовой структуре материала; оптимизация процесса обучения за счёт использования мультимедийных материалов; организация индивидуальной и групповой работы студентов на основе коллективного доступа к материалу; удалённый контроль со стороны преподавателя благодаря асинхронной коммуникации.

В педагогической практике сервис *Wiki* может использоваться для представления, расширения и аннотирования учебных материалов; коллективного создания разнообразных творческих работ (стихотворений, эссе), энциклопедий и учебно-методических материалов преподавателями и студентами; совместной работы над учебным сетевым проектом [7].

Социальные медиакранилища – это сервисы сети Интернет, используемые для

совместного хранения, редактирования и классифицирования медиафайлов. Кроме того, они также предназначены для обмена медиафайлами между пользователями Интернета и их обсуждения. Социальные медиакранилища классифицируются по типу файлов: фотосервисы: Graphing (<http://graphing.ru>), Picasa (<http://picasa.google.com>); видеосервисы: YouTube (<http://www.youtube.com>), документы: сетевой диск Google Drive (<https://drive.google.com>); презентации: SlideShare (<http://www.slideshare.net>), Prezi (<http://prezi.com>); ментальные карты: Mind24 (<http://mind42.com>), Mindomo (<http://www.mindomo.com>); инфографика (облака слов): Wordle (<http://www.wordle.net>), Tagul (<https://tagul.com>), и др.

Социальные сервисы совместного хранения медиафайлов в образовательных целях могут использоваться как источники учебных материалов (поиск и подборка компонентов учебного материала: изображения, схемы, текст, аудио- и видеофайлы), средства для самостоятельного создания сетевого учебного содержания (создание обучающего и интерактивного видео, мультимедиа презентаций, текстовых методических материалов и др.), средства для совместной учебной деятельности (коллективное редактирование изобразительных материалов, комментирование творческих работ, совместная работа над учебным проектом и др.).

Сервисы закладок или народные классификаторы позволяют пользователям хранить свои коллекции закладок на веб-страницы. Примеры сервисов в данной категории: Delicious (<http://del.icio.us>), Мемори (<http://memori.qip.ru>), БобрДобр (<http://www.bobrdobr.ru>) и др. Закладки могут быть добавлены и доступны с любого компьютера, подключённого к сети Интернет. Это позволяет учащим-

ся работать с закладками не только в течение занятия, но и пополнять собственную коллекцию закладок в домашних условиях.

Для организации закладок на сайте используется система меток-категорий. Выбирая метку или группу меток по определённой теме, можно просмотреть список существующих закладок по интересующей категории [9].

В педагогической практике сервисы закладок могут использоваться для создания списка закладок по темам обучения, что позволит учащимся ознакомиться с материалом, предложенным преподавателем. Также можно создать сообщество заинтересованных пользователей, участники которого могут совместно вести поиск интересующих материалов и хранить найденную информацию в групповой коллекции закладок.

Как отмечает И.Н. Розина, по своей сути сервисы Веб 2.0 поддерживают студент-центрическую модель обучения, так как воплощают в жизнь групповые интерактивные методы взаимодействия участников проекта или обучаемых по курсу, обеспечивают мобильность участников, способствуют осуществлению мониторинга или оценки размещаемых ресурсов и материалов, проведению оценки и самооценки активности участников [10].

К достоинствам использования сервисов Веб 2.0 в обучении, по мнению К.Г. Кречетникова, И.В. Кречетниковой, относятся интерактивность и непрерывность (высокий уровень взаимодействия педагога и обучающегося), неформальность (неофициальное взаимодействие участников образовательного процесса), открытость, гибкость, модифицируемость (самостоятельное или совместное создание сетевого учебного содержания), групповая направленность, инновационность, толерант-

ность (воспитание уважения к точке зрения другого), развитие критического мышления и метапредметность (интегрирование учебных дисциплин) [11].

Таким образом, социальные сервисы Веб 2.0 позволяют создать принципиально новую информационно-образовательную среду, в которой может быть реализовано взаимное «сотрудничество» и интенсивное общение участников учебного процесса, осуществлён переход от обучения к самообразованию, предоставлен открытый доступ всех студентов к информационным ресурсам, организовано дифференцированное и проблемное обучение, обеспечена непрерывность учебного процесса и совместная деятельность студентов между собой и преподавателем.

Однако современные технологии Интернета не могут полностью заменить живое общение студента с преподавателем, проведение ряда лабораторных занятий, требующих очного присутствия участников учебного процесса в аудитории. Наиболее эффективным и перспективным в образовательной практике считается смешанное обучение (blended learning), основанное на сочетании принципов и технологий электронного обучения и традиционного очного образования [12]. Характерная черта смешанного обучения состоит в том, что интернет-технологии используются для изучения теоретического материала учебных дисциплин и поддержки самостоятельной практической учебной деятельности студентов.

Смешанное обучение можно реализовать, используя технологии Веб 2.0, которые легки в освоении и позволяют организовать в сети эффективную информационно-образовательную среду взаимодействия участников образовательного процесса.

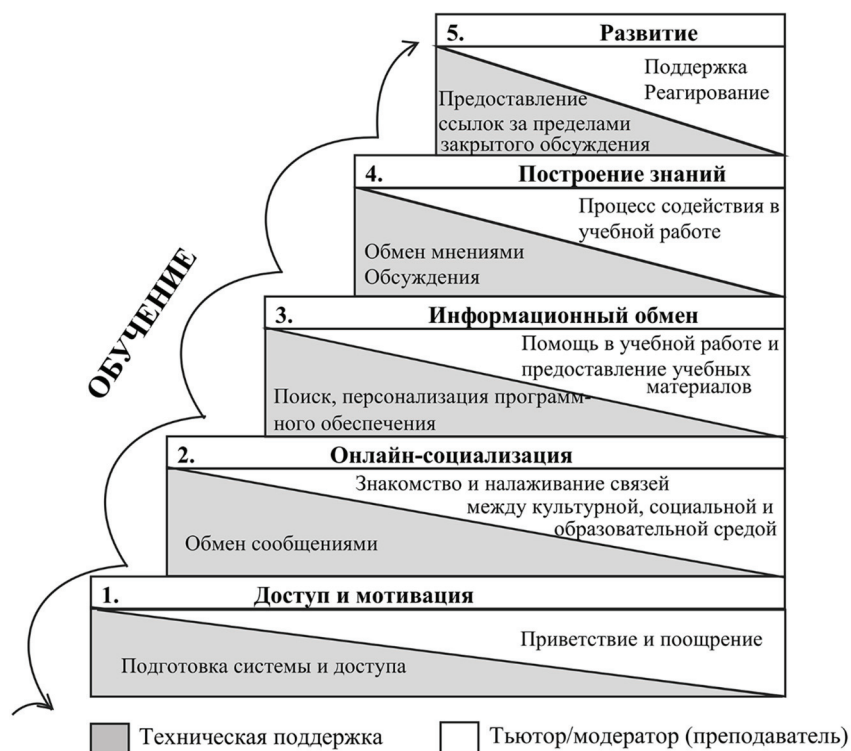
Реализация смешанного обучения с использованием сервисов Веб 2.0

Рассмотрим методические аспекты использования в учебном процессе наиболее популярных сервисов Веб 2.0 для повышения учебно-познавательной активности субъектов смешанного обучения. Предложенные подходы разработаны автором в рамках диссертационного исследования «Методика обучения объектно-ориентированному программированию бакалавров «Педагогического образования» в условиях сетевого сообщества» (https://disser.herzen.spb.ru/Preview/Karta/karta_000000257.html) и используются при обучении дисциплине «Новые информационные технологии в профессиональной области» студентов факультета педагогики, психологии и искусств Бельцкого государственного университета им. А. Руссо, Республики Молдова.

Организация учебно-познавательной деятельности субъектов смешанного обучения была реализована согласно пя-

тиступенчатой модели модерации онлайн-обучения Дж. Сэлмона (рисунок), с помощью которой студенты погружаются в среду сетевого социального взаимодействия (сетевое сообщество), участвуют в групповой проблемно-поисковой деятельности и групповых дискуссиях, приобретают различные информационно-коммуникационные навыки и умения путём прохождения пяти ключевых этапов [13].

На первом этапе – «доступ и мотивация» – преподаватель при очной встрече доводит до сведения студентов общие цели и задачи курса, рассматривает их со студентами, проводит вводную лекцию по теме курса и мотивирует студентов к организации групповой исследовательской деятельности. Кроме того, преподаватель на данном этапе оказывает техническую помощь и поддержку в онлайн-доступе к сетевым сервисам Интернета, знакомит студентов с функциональными возможностями платформы Moodle и сервисами Веб 2.0, которые будут использоваться для выполнения практических



Пятиступенчатая модель компьютерно-опосредованной коммуникации

заданий в рамках курса, предлагает им начать вести личный дневник учебных наблюдений. Каждый студент создаёт личный сайт, который будет служить его «рабочей тетрадью» при выполнении заданий по курсу. На собственном сайте студент может размещать личную информацию о себе и своих интересах, решения практических заданий курса, мультимедийные материалы (аудио, видео и фото), опросы, презентации.

Процесс ознакомления и повышения мотивации к изучаемой теме состоит из ряда этапов: 1) знакомство с образовательными возможностями сервисов Веб 2.0 и прохождение процесса регистрации; 2) ознакомление с функциональным инструментарием сервисов Веб 2.0; 3) самостоятельное изучение содержания тем по курсу, размещёнными, например, на платформе Moodle или сайте преподавателя; 4) прохождение онлайн-тестирования по ранее пройденной теме; 5) участие в онлайн-опросе для выявления проблемных вопросов, созданном при помощи сервиса Google Forms; 6) при поддержке преподавателя с помощью сервиса Google Sites каждый студент создаёт личный сайт для учебных наблюдений и решения поставленных учебных задач.

На данном этапе возможно выполнение веб-задания «Целевой план обучения», при котором студент обозначает свою индивидуальную образовательную траекторию, определяет учебные цели и задачи, которые он планирует выполнить в ходе изучения курса.

Сервисы Веб 2.0: сервис для создания персонального сайта (<https://sites.google.com/>), сервисы для создания онлайн-заметок (<https://listick.ru/>, <https://keep.google.com/>), сервис для создания анкет и опросов (<https://forms.google.com/>).

В ходе второго этапа — «онлайн-социализация» — препода-

ватель при очной встрече формирует учебные команды, разбивая студентов на малые группы по 3–5 человек. В ходе данного этапа преподаватель способствует созданию у студентов группы чувства принадлежности к учебной команде и позитивного климата в команде, демонстрирует преимущества групповых форм коммуникации и необходимости командой работы для достижения общей цели.

В рамках данного этапа могут быть использованы следующие виды заданий: 1) создание студентами персональных страниц на личном сайте, открытых для комментирования коллегами группы; 2) в рамках знакомства студентов возможно выполнение веб-задания «Кратко обо мне», при котором студент создаёт сетевой плакат при помощи сервиса Word It Out и записывает характеризующие его эпитеты, начинающиеся на каждую букву из своего имени; 3) создание коллективного блога или сайта для своей учебной команды, на котором обсуждаются этапы, цели и способы реализации учебного задания, размещается информация о названии и девизе команды; 4) выполнение веб-задания «Сведения о команде», при котором группа студентов разрабатывает видеоролик, представляющего членов команды, или мини-буклет о членах команды, используя сервис Posterini для создания плакатов онлайн; для мотивирования студентов к совместной работе в команде возможна организация голосования за лучший мини-буклет или видеоролик при помощи сетевой опросной формы, используя сервис Webanketa.

Сервисы Веб 2.0: сервис для создания блога (<http://www.blogger.com/>) персонального сайта (<https://sites.google.com/>), сервис для создания облака слов (<http://worditout.com/>), сервис для создания мини-плаката или буклета ([\[www.posterini.com/\]\(http://www.posterini.com/\)\), сервис для проведения голосований \(<https://webanketa.com/ru/>\).](http://</p>
</div>
<div data-bbox=)

На следующем этапе — «информационный обмен» — делается акцент на обучении, которое принимает конкретную форму, соответствующую дидактическим целям. Роль преподавателя состоит в постановке указаний дальнейшей учебной деятельности студентов в команде и в обеспечении доступа к необходимым учебным ресурсам, непосредственно относящимся к содержанию обучения. Сообщения преподавателя способствуют фокусированию внимания студентов на конкретной учебной задаче или проблеме, помогают понять смысл и содержание наиболее сложных тем. Для организации и координации совместной деятельности студентов в интернет-пространстве преподаватель использует словесные указания по работе в сетевой среде, текстовые инструкции со скриншотами экрана или учебное видео с пояснениями [1]. Студенты отмечают ключевые аспекты по учебной теме, фиксируют базовые понятия и концепции на личных сайтах. Для структуризации материала студенты используют сетевые сервисы по визуализации знаний для построения схем — ментальных карт — и публикуют их на личном сайте учебных наблюдений. С помощью ментальной карты студенты создают определённую иерархию тем курса и структурируют учебную информацию.

Кроме того, на данном этапе преподаватель предлагает учебным командам выполнить задания (учебный проект) по определённой мини-теме. Выбор темы из предложенных может быть организован в рамках веб-задания «Дебаты» в асинхронном режиме, при котором каждая команда аргументирует выбор темы и предлагает план выполнения задания. В результате дебатов темы официально фиксируются на

стартовой странице общекомандного блога или сайта.

Для повышения интереса студентов к изучению содержания исследуемой мини-темы необходимо использовать веб-задания познавательного характера, например, проведение веб-задания «Топ-10 ресурсов для самообразования», при котором каждая команда создаёт аннотированный список из ссылок на полезные ресурсы по своей теме. По итогам задания проводится отбор лучших из подобранных материалов на основе онлайн-голосования.

Сервисы Веб 2.0: сервисы для создания опросных форм (www.surveymonkey.com, <https://forms.google.com>), сервисы для создания ментальных карт (www.mindomo.com, www.mindmeister.com), сервисы для хранения закладок (<http://www.bobrdobr.ru>, <https://delicio.us>, <http://www.diigo.com>).

На четвёртом этапе — «*построение знания*» — основным становится коллективное обсуждение и организация сотрудничества в выполнении учебного проекта или коллективного задания по выбранной теме, что возможно при успешной групповой онлайн-коммуникации. На данном этапе основным моментом является мотивирование преподавателем студентов оказывать помощь друг другу и активно сотрудничать в процессе освоения нового учебного материала. Ключевой целью данного этапа является обмен учебным содержанием между членами учебной команды и поиск общего решения путём коллективного обсуждения и критических высказываний [1]. Студенты дискутируют и совместно выбирают лучший из подходов к решению актуальной учебной задачи. Каждый из участников учебной команды должен осознавать, что его вклад в реализацию проекта является неотъемлемой составляющей проектного

задания в целом. Кроме того, каждый студент на общекомандном сайте (блоге) создаёт отдельную страницу, на которой публикует результаты собственного исследования в рамках совместной работы команды. Данный способ организации исследовательской работы студентов позволяет ознакомиться не только с результатами выполнения проекта учебной команды, но и проанализировать вклад каждого участника команды в работу над учебным проектом.

На данном этапе учебная работа проходит следующим образом: организация учебных дискуссий и обсуждений; выполнение учебных заданий творческо-поискового характера, сравнение результатов работы студентов; коррекция ошибок и разъяснение материала студентам, допустившим ошибки при выполнении учебных заданий. Преподаватель формулирует вопросы, контролирует вводимую информацию, смысл обсуждения, обобщает данные, полученные на определённый момент времени [1].

Сервисы Веб 2.0: сервисы социальных закладок (<http://www.diigo.com>, <http://www.bobrdobr.ru>, <http://delicious.com/>), социальные медиакнижки (<https://docs.google.com/>, <https://www.youtube.com/education>), блоги.

На конечном этапе — «*развитие*» — преподаватель и студенты оценивают достигнутые результаты и анализируют совместную учебную деятельность. На данном этапе ключевой составляющей личностного и интеллектуального развития участников является рефлексия и принятие на себя ответственности за индивидуальное достижение в выполнении задания. В ходе реализации данного этапа члены учебной команды должны осознавать значимость отдельного вклада каждого участника команды и совместной работы над пла-

ном (стратегией) выступления и презентации учебного проекта в процессе дискуссий на этапе «построения знаний». При разработке презентации с докладом, целесообразно использование сервиса для коллективного редактирования документов Google Docs, с помощью которого участники учебной команды смогут совместно работать над докладом, вносить корректировки в саму презентацию и записывать комментарии относительно общекомандного выступления.

Презентация мини-тем и их групповое обсуждение при очной встрече является важной частью реализации учебного проекта. Преподаватель устанавливает время длительности выступления, мотивирует студентов на разработку краткого, чёткого и обдуманного плана публичного выступления с докладом, ориентирует студентов на подачу материалов доклада с использованием дополнительных средств и методов (дискуссия, дебаты, презентация мультимедийных материалов и др.), озвучивает критерии оценки выступлений с докладом учебной команды.

Для организации более продуктивной и активной работы учебной команды в ходе выступления по выбранной мини-теме можно провести распределение ролей между участниками команды, например, кто-то выступает в роли докладчика или критика, или аналитика, или исследователя общих концепций по заслушанным выступлениям для постановки концепции общекомандного выступления.

Оценка результатов учебной деятельности студентов рассчитывается как среднее арифметическое между оценкой, выставленной преподавателем, и оценкой личного вклада каждого члена команды в совместную работу над учебным проектом, выставленной по решению всех участников команды.

Сервисы Веб 2.0: блоги, сервисы для организации совместной работы (<http://docs.google.com/>).

В целях проверки указанных положений и образовательных возможностей сервисов Веб 2.0, а также фактического осуществления интернет-поддержки образовательного процесса на основе модели смешанного обучения, реализуемого в Бельцком государственном университете им. А. Руссо Республики Молдова, нами было проведено анкетирование в ходе обучения дисциплине «Новые информационные технологии в профессиональной области» студентов, получающих педагогическое образование по профилю «Начальное образование и Иностранный язык (английский)». В исследовании приняли участие студенты 3 курса (32 участника).

Результаты проведения анкетирования показали следующее:

1. 56% студентов считают смешанное обучение перспективным.

2. 87% опрошенных среди плюсов смешанного обучения отмечают возможность выбора удобного времени и места для обучения в своём собственном режиме, 64% — возможность получения дополнительного образования вне стен университета, 47% — возможность использования в образовательном процессе новейших достижений информационных и коммуникационных технологий, а для 41% важной является возможность расширения источников информации.

3. 69% студентов отмечают необходимость специальной подготовки для участия в образовательном процессе посредством сервисов Веб 2.0.

4. 73% студентов указали, что работают в сети Интернет постоянно, из которых 59% опрошенных пользуются сетью Интернет в связи с учебной

деятельностью, 22% — находятся в сети изредка, но работать умеют, 5% — обладают минимальным опытом работы в сети Интернет, и ни один студент не выбрал вариант, соответствующий полному отсутствию опыта работы в сети Интернет.

5. Для реализации смешанного обучения в университете студенты отмечают следующие условия: 72% опрошенных считают важной возможность открытого доступа к учебным материалам и удобство работы с ними; 38% — возможность построения индивидуальной траектории обучения; 54% — возможность работы с учебными материалами с помощью различных веб-браузеров; 63% — использование различных инструментов коммуникации для поддержки общения студентов с преподавателем и между собой, обмена файлами любых форматов, рассылки новостей, обсуждения текущих проблем, рецензирования работ коллег группы и др.; 67% — использование актуальных учебных материалов различных форматов (видео, аудио, текст и др.).

Для измерения учебной мотивации студентов к изучению курса с использованием сервисов Веб 2.0 был использован опросник, предложенный учёным Р. Вье [14]. Опросник содержит 33 утверждения, которые относятся к 11 источникам мотивации: 1) значимость/смысл обучения; 2) восприятие успеха; 3) восприятие провала; 4) тревожность в ситуации оценивания; 5) восприятие собственной компетентности; 6) преследуемая цель: достижения; 7) преследуемая цель: учение; 8) преследуемая цель: минимальные усилия; 9) желание учиться; 10) привлекательность курса; 11) важность курса/интерес. Каждое утверждение оценивалось студентом следующим образом: очень

редко — 0, редко — 1, иногда — 2, часто — 3, почти всегда — 4.

Опросник был предложен студентам по завершению изучения дисциплины «Новые информационные технологии в профессиональной области». Приведём полученные результаты.

1. *Значимость/смысл обучения.* Необходимым фактором в формировании и развитии профессиональных навыков на уровне образовательной программы и учебного курса является значимость обучения для студентов. 67% студентов считают изучение теоретической части материала и освоение практической части содержания дисциплины «Новые информационные технологии в профессиональной области» значимым для дальнейшей профессиональной деятельности.

2–3. *Восприятие успеха/Восприятие провала.* Уровень восприятия успеха/провала зависит от поставленной перед студентом задачи, от установок и мотивов его деятельности, а также эмоций, которые могут повлиять на уровень восприятия. 62% студентов приписывают успех внутренним факторам и 53% студентов отмечают причину провала из-за недостатка целеустремлённости, настойчивости и недостаточной подготовки к занятиям.

4. *Тревожность в ситуации оценивания.* 46% опрошенных отмечают, что не испытывают беспокойство или тревогу в ситуациях оценивания благодаря уверенности в собственных силах и положительному эмоциональному настрою.

5. *Восприятие собственной компетентности.* 69% студентов оценивают собственную компетентность по выполнению учебных заданий на достаточно высоком уровне, что указывает на адекватное восприятие студентами своих способностей выполнить учебные задания в соответствии с пос-

тавленными учебными задачами и требованиями образовательной программы.

6. *Преследуемая цель: достижения.* 88% студентов отмечают стремление преуспеть в обучении для того, чтобы получить положительную оценку, признание в глазах окружающих, похвалу.

7. *Преследуемая цель: учение.* Целью 79% студентов является учение, то есть стремление лучше усвоить содержание дисциплины и приобрести навыки в решении практических задач в сфере будущей профессиональной педагогической деятельности.

8. *Преследуемая цель: минимальные усилия.* Профессиональные навыки и умения не могут быть сформированы, если приложены минимальные усилия. В этом смысле отметим, что количество студентов, которые почти всегда стремятся приложить минимальные усилия в усвоении содержания дисциплины составляет 19%.

9. *Желание учиться.* 71% студентов указывают, что мотивированы к обучению с целью профессионального роста и самосовершенствования в связи с внедрением информационных технологий во все сферы педагогической деятельности.

10. *Привлекательность курса.* Отношение студентов к

курсу в целом характеризуется как положительное (желание посещать занятия, заинтересованность в изучении содержания курса, участие в решении практических заданий и др.), что указывает на наличие у студентов мотивации к активной работе по получению более глубоких знаний по дисциплине и формированию практических навыков. Лишь 17% студентов отмечают, что содержание дисциплины «Новые информационные технологии в профессиональной области» не является привлекательной для изучения.

11. *Важность курса/интерес.* Эффективное практическое использование технологий сети Интернет в образовании немыслимо без готовности педагогов к использованию таких технологий в своей профессиональной деятельности. В этом смысле все более актуальным становится формирование и развитие у студентов практических навыков по использованию новейших технологий сети Интернет в образовательных целях при подготовке к занятиям, в проектной или учебно-исследовательской деятельности, для самосовершенствования профессиональных качеств. 69% студентов указывают на повышенный интерес к изучению содержания дисциплины.

Заключение

Исходя из анализа результатов проведённого анкетирования можно сделать следующие выводы. Учебный процесс, организованный подобным образом, приведёт не только к решению основных педагогических задач, но и повысит уровень мотивации студентов к изучению содержания дисциплины и улучшит качество знаний студентов. Построение целостного учебного процесса на основе модели смешанного обучения с использованием сервисов Веб 2.0 будет эффективным при условии уменьшения сопротивления студентов, что возможно если учесть особенности и потребности студентов. Несмотря на то, что большинство студентов готово к смешанному обучению и отмечают его преимущества, судя по результатам опроса, внедрение сервисов Веб 2.0 в учебный процесс требует предварительного формирования специальных навыков. На основе сопоставления ответов на вопросы анкеты с результатами выполнения практических заданий сделаны выводы об адекватности оценки студентами своих достижений, так как она подтверждалась высоким баллом при оценке выполнения практических заданий и учебных проектов.

Литература

1. Моглан Д.В. Образовательное сетевое сообщество как одна из эффективных форм активизации учебно-познавательной деятельности студентов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Серия «Гуманитарные и общественные науки». 2014. № 4 (208). С. 183–191.
2. Иванченко Д.А. Роль Интернет-пространства в формировании образовательной информационной среды // Дистанционное и виртуальное обучение. 2011. № 2. С. 19–31.
3. Патаракин Е.Д. Социальные сервисы Веб 2.0 в помощь учителю. М.: Интуит.ру, 2007. 64 с.
4. Сергеев А.Н. Использование сервисов Веб 2.0 как современный этап развития техноло-

References

1. Moglan D.V. Obrazovatel'noe setevoe soobshchestvo kak odna iz effektivnykh form aktivizatsii uchebno-poznavatel'noy deyatel'nosti studentov. Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Seriya «Gumanitarnye i obshchestvennye nauki». 2014. No. 4 (208). P. 183–191. (In Russ.)
2. Ivanchenko D.A. Rol' Internet-prostranstva v formirovanii obrazovatel'noy informatsionnoy sredy. Dstantsionnoe i virtual'noe obuchenie. 2011. No. 2. P. 19–31. (In Russ.)
3. Patarakin E.D. Sotsial'nye servisy Web 2.0 v pomoshch' uchitelyu. Moscow: Intuit.ru, 2007. 64 p. (In Russ.)
4. Sergeev A.N. Ispol'zovanie servisov Web 2.0 kak sovremennyy etap razvitiya tekhnologiy dis-

гий дистанционного образования // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе». 2009. Т. 6. № 10 (58). С. 151–152.

5. Белов С.А., Лазарева Д.Г. Обучение студентов вуза с использованием блогов как средства управления их учебно-познавательной деятельностью // Известия Алтайского государственного университета. 2011. № 2–2. С. 13–16.

6. Моглан Д.В., Абрамян Г.В. Опыт использования образовательных сетевых сообществ на основе блогов при обучении студентов дисциплине «Информационные технологии» // Региональная информатика и информационная безопасность: сборник трудов. Выпуск 1. СПб.: СПОИСУ, 2015. С. 393–397.

7. Кузнецова И.В. Развитие методической компетентности будущего учителя математики в процессе обучения математическим структурам в сетевых сообществах: авторефер. дис. ... докт. пед. наук. Архангельск, 2015. 42 с.

8. Грамаков Д.А. Об использовании Web 2.0 и других интернет сервисов в молодежных информационных Интернет-порталах // Педагогическая информатика. 2008. № 2. С. 53–59.

9. Шилова О.Н. Развитие инновационного образования на основе использования новых возможностей сети Интернет // Грани познания. 2008. Дек. №1. URL: http://grani.vspu.ru/files/publics/8_pub.pdf.

10. Розина И.Н., Филимонов Л.А. Становление организации обучения школьной информатике: от алгоритмизации до Образования 2.0 // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2010. Т. 13. № 2. С. 277–288.

11. Кречетников К.Г., Кречетникова И.В. Социальные сетевые сервисы в образовании // Открытое и дистанционное образование. 2010. № 3. С. 45–50.

12. Garrison D.R., Vaughan N.D. Blended learning in higher education: framework, principles, and guidelines. San Fransisco: Jossey-Bass, 2007. 272 p. DOI: 10.1002/9781118269558.

13. Salmon G. E-tivities: The key to active online learning. London: Kogan Page, 2002. 212 p.

14. Вье Р. Мотивация в учебном контексте. Воронеж: НОЦ «Открытый мир», 2009. 259 с.

tantsionnogo obrazovaniya. Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya «Novye obrazovatel'nye sistemy i tekhnologii obucheniya v vuze». 2009. Vol. 6. No. 10 (58). P. 151–152. (In Russ.)

5. Belov S.A., Lazareva D.G. Obuchenie studentov vuza s ispol'zovaniem blogov kak sredstva upravleniya ikh uchebno-poznavatel'noy deyatel'nost'yu. Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. No. 2–2. P. 13–16. (In Russ.)

6. Moglan D.V., Abramyan G.V. Opyt ispol'zovaniya obrazovatel'nykh setevykh soobshchestv na osnove blogov pri obuchenii studentov distsipline «Informatsionnye tekhnologii». Regional'naya informatika i informatsionnaya bezopasnost': sbornik trudov. Iss. 1. Saint Petersburg: SPOISU. 2015. P. 393–397. (In Russ.)

7. Kuznetsova I.V. Razvitie metodicheskoy kompetentnosti budushchego uchitelya matematiki v protsesse obucheniya matematicheskimi strukturami v setevykh soobshchestvakh: Abstract of the dissertation of Dr. Sci. (Ped.). Arkhangel'sk, 2015. 42 p. (In Russ.)

8. Gramakov D.A. Ob ispol'zovanii Web 2.0 i drugikh internet servisov v molodezhnykh informatsionnykh Internet-portalakh. Pedagogicheskaya informatika. 2008. No. 2. P. 53–59. (In Russ.)

9. Shilova O.N. Razvitie innovatsionnogo obrazovaniya na osnove ispol'zovaniya novykh vozmozhnostey seti Internet. Grani poznaniya. 2008. Dek. №1. URL: http://grani.vspu.ru/files/publics/8_pub.pdf. (In Russ.)

10. Rozina I.N., Filimonenko L.A. Stanovlenie organizatsii obucheniya shkol'noy informatike: ot algoritimizatsii do Obrazovaniya 2.0. Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo (Educational Technology & Society). 2010. Vol. 13. No. 2. P. 277–288. (In Russ.)

11. Krechetnikov K.G., Krechetnikova I.V. Sotsial'nye setevye servisy v obrazovanii. Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie. 2010. No. 3. P. 45–50. (In Russ.)

12. Garrison D.R., Vaughan N.D. Blended learning in higher education: framework, principles, and guidelines. San Fransisco: Jossey-Bass, 2007. 272 p. DOI: 10.1002/9781118269558.

13. Salmon G. E-tivities: The key to active online learning. London: Kogan Page, 2002. 212 p.

14. V'e R. Motivatsiya v uchebnom kontekste. Voronezh: NOTs «Otkryty mir», 2009. 259 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Диана Васильевна Моглан

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

Information about the author

Diana V. Moglan

Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor
Alecu Russo Bălți State University,
Bălți, Republic of Moldova
E-mail: di_2008@mail.ru

Особенности педагогической ситуации при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» на примере дисциплины специализации

Требования к качеству обучения студентов постоянно возрастают, работодатели также заинтересованы в получении высококачественных специалистов при существующей ныне системе бакалавриат — магистратура. Для результативной работы системы «преподаватель» — «студент» необходимо наличие высоко квалифицированных педагогов и современное материально-техническое оснащение учебного процесса.

Цели данной работы: выполнить анализ сложившейся педагогической ситуации; на примере профильной дисциплины разработать алгоритм обучения и его реализации в соответствии с законами дидактики бакалавров по направлению 08.01.03 «Строительство» направленности «Автомобильные дороги».

Материалы и методы: Методы исследования заключаются в изучении основ дидактики (теории обучения) с позиций, общенаучных областей знаний, таких как общая теория систем и теории графов, ознакомление с законами функционирования процесса обучения, педагогическими технологиями отечественных и зарубежных исследователей.

Основными материалами стали Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 201 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата)» (Зарегистрировано в Минюсте России 07.04.2015 № 36767); рабочий учебный план основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство», а также учебно-методический комплекс дисциплины, разработанный непосредственно ведущим преподавателем в соответствии с нормативно-правовыми требованиями.

Результаты: Представленная модель логической структуры учебного курса дисциплины «Основы проектирования транспортных сооружений» позволяет наглядно представить в системе графов совокупность взаимодействия дидактических единиц изучаемой дисциплины с другими дисциплинами основной образовательной программы, их взаимосвязь и иерархию. Выполненная

в работе оценка характера существующих связей процесса обучения позволила выявить проблемы и противоречия последнего. Разработанная обучающая технология освоения профильной дисциплины учитывает уровни обученности и обучаемости, что позволяет создать эффективный канал связи «преподаватель» — «студент», успешная работа которого создаёт возможности для решения большого количества методических проблем обучения и самообучения изучаемого курса.

Заключение: Выполненный в статье анализ работ по педагогике, психологии, дидактике и технологии образовательного процесса позволил разработать эффективную логическую структуру учебного материала. Данная структура способствует систематизации и обобщению знаний, полученных обучаемыми на младших курсах при изучении дисциплин естественно-математического и естественно-научного циклов, которые являются базовыми для освоения профильных дисциплин на старших курсах.

Улучшить существующую ситуацию возможно, разработав эффективную методику преподавания технических дисциплин соответствующей направленности (специализации), которая будет давать положительные результаты при правильном построении логической структуры курса, индивидуализации обучения, регулярном контроле качества знаний. В результате обучающийся приобретает знания, необходимые для профессиональной деятельности, навыки в работе с нормативно-технической литературой, графическими редакторами компьютерных программ и технологий и, как результат, первоначальный опыт проектирования транспортных сооружений, необходимый для формирования практических умений и навыков, освоения соответствующих профилей (направленности) «Автомобильные дороги» компетенций и дидактических единиц.

Ключевые слова: обучаемость, обученность, логическая структура, учебный курс, транспортные сооружения, алгоритм процесса обучения.

Nelli I. Taraseeva

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia

Peculiarities of the pedagogical situation at the training of bachelors on the direction 08.03.01 «Construction» on the example of discipline of specialization

Requirements to the quality of students' training are constantly growing; employers also are interested in obtaining high-quality professionals in the current system of Bachelor's — Master's degree. For the efficient operation of the system "lecturer" — "student" it is necessary to have highly qualified lecturers and modern material and technical equipment for the educational process.

The goal of this work is to perform the analysis of the current teach-

ing situation; on the example of the profile discipline to develop a learning algorithm and its implementation in accordance with the laws of the didactics of Bachelors in 08.01.03 construction direction "Highways".

Materials and methods: the methods of research consist in studying the basics of Didactics (learning theory) with positions of interdisciplinary areas of knowledge, such as general theory and graph sys-

tems, familiarizing with the functioning laws of the learning process, pedagogical technologies of domestic and foreign researchers. Basic materials were the order of the Ministry of Education and Science of Russia from 12.03.2015 N 201 "On approval of the federal state educational standard of higher education in preparing 08.03.01 construction (Bachelor level)" (Registered with the Ministry of Justice of Russia 07.04.2015 N 36767); core curriculum educational programs for Bachelors in 08.03.01 "Construction", as well as educational and methodical complex of discipline that was developed by the leading lecturer in accordance with the legal requirements.

Results: The presented model of the logical structure of the training course of the discipline "Fundamentals of the design of transport structures" makes it possible to visualize in the graph system the totality of interaction between the didactic units of the discipline under study with other disciplines of the basic educational program, their interrelation and hierarchy. The assessment of the nature of the existing links of the learning process performed in the work made it possible to identify the problems and contradictions of the latter.

The developed learning technology of mastering the profile discipline takes into account the levels of training and learning that allows creating an effective communication channel "lecturer" – "student", the suc-

cessful work of which creates opportunities for solving a large number of methodological problems of teaching and self-study of the course.

Conclusion: The analysis of works on pedagogy, psychology, didactics and technology of the educational process performed in the article allowed to develop an effective logical structure of the educational material. This structure contributes to the systematization and generalization of knowledge, obtained by students in junior courses in the study of disciplines of the natural-mathematical and natural-scientific cycles, which are basic for mastering profile disciplines in senior courses.

It is possible to improve the existing situation, perhaps by developing effective methodology of teaching technical subjects of appropriate specialization, which will produce positive results with the right logical structure of the course, individualization of learning, and regular quality control of knowledge. As a result, the student acquires the skills, necessary for professional practice, skills in working with regulatory and technical literature, graphic editors, computer programs and technologies and, due to, the initial experience to design traffic facilities, necessary for the formation of practical skills and abilities, development of competencies and didactic units, corresponding to the profile of the "Highways".

Keywords: learning, knowledge acquirement, logical structure, training course, transport facilities, the algorithm of the learning process.

Введение

В Российской Федерации в последнее время наметились тенденции подъёма промышленного производства, дорожно-строительной отрасли в части искусственных сооружений на дорогах, обеспечивающих беспрепятственное и бесперебойное пересечение различного рода препятствий, сообщения между городами и регионами (Крымский мост), мост, соединяющий город Владивосток и остров Русский и другие важные объекты транспортной инфраструктуры. Проектирование и строительство подобных объектов возможно только высококвалифицированными специалистами-инженерами. Переход с классической системы высшего образования на многоуровневую «бакалавр — магистр» привело к значительному сокращению аудиторной нагрузки и сроку обучения в целом. Значительно уменьшилось количество часов, предназначенных на освоение дисциплин специализаций, ответственных за подготовку конкурентоспособных профильных выпускников. В рамках отведенных на предмет часов возможно только успеть ознакомиться с видами нормативной и технической литературы, основ-

ными положениями. Однако, проектирование, строительство и эксплуатация транспортных сооружений представляет собой сложный процесс, тесно связанный не только со знанием стандартных методик расчёта и проверок, но и современных технологий и научных изысканий и внедрений в соответствующей отрасли. Производственники, ожидающие на предприятиях и организациях дорожной отрасли инженерные кадры, зачастую не понимают названия «бакалавр» и «магистр» и не знают содержания таких понятий, считают, что уменьшение срока обучения в вузе (4 года) приводит к снижению качества образования и как результат — снижению уровня подготовки кадров.

Для решения возникшего несоответствия вопросов образования и интересов производства необходимо наличие высококвалифицированных педагогов и современное материально-техническое оснащение учебного процесса [1, 2]. Главным действующим лицом для успешной реализации этого комплекса выступает личность педагога, который не только в совершенстве владеет и может реализовать в учебном процессе достижения научно-технического прогресса в стро-

ительной отрасли, но и может донести до студентов новую для них информацию доступным языком с целью повышения уровня профессионального образования [3, 4].

Подавляющее большинство преподавателей не только специальных, но и дисциплин естественно-научного направления не имеют педагогического образования, что создаёт определенные сложности в педагогических ситуациях при формировании методики обучения специальным дисциплинам. Следует отметить, что со временем у некоторых преподавателей технических вузов (из числа бывших его выпускников, имеющих специальное, но не имеющих педагогического образования) в процессе работы формируется представление о законах и условиях реализации учебного процесса, о правилах поведения в тех или иных нестандартных ситуациях. В этом случае технология обучения реализуется успешно. Однако, с течением времени происходят изменения в этом процессе. И тогда приобретенные методом проб и ошибок знания вопросов организации методики обучения не всегда выручают. В итоге страдает качество обучения.

Педагогу необходимо знать законы функционирования

процесса обучения [5, 6, 7], в котором непосредственными участниками выступают студент – преподаватель, при этом каждый представляет свои интересы, которые не всегда совпадают, что в некоторых случаях приводит к частичному или полному отрицанию обучающимся требований педагога и снижению эффективности учебного процесса.

Знание законов системного подхода [8, 9] поможет преподавателям технических вузов разработать эффективную стратегию изучения сложных вопросов профильных дисциплин, объединив в учебном процессе разнообразные типы связей компонентов теоретического обучения и практического применения приобретенных умений и навыков в профессиональной деятельности. Системный подход выявляет логические системы дисциплин, курсов и, в целом, процесс обучения со всеми атрибутами и закономерностями существования и развития [10].

Содержание учебного комплекса направления обучения является одной из важных составляющих учебного процесса. Оно складывается из учебных курсов дисциплин, поделённых на блоки естественно-математического, естественно-научного и профессионального циклов [11].

Место учебного курса, например, дисциплины «Основы проектирования транспортных сооружений» определено в системе профессиональной подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» направленности «Автомобильные дороги» учебным планом. Каждый модуль содержит учебные курсы, формирующие определенные группы компетенций. В свою очередь компетенции разбиты на группы: общекультурные (ОК), общепрофессиональные (ОПК), профессиональные (ПК), профессионально-прикладные (ППК).

Для формирования той или иной компетенции используются соответствующие дисциплины учебного плана основной образовательной программы (ООП).

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Основы проектирования транспортных сооружений» направлен на формирование следующих компетенций [11]:

- использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1);

- знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования сооружений (ПК-1);

- владение технологией проектирования конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов (ПК-2);
- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию (ПК-3);

- производственно-технологическая и производственно-управленческая деятельность включает способность выпускника участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

Сокращение количества учебного времени, которое произошло при переходе от специалитета к бакалавриату, не учло особенностей учебных курсов, особенно тех, которые основаны на математике (физика, механика, сопротивление материалов, начертательная геометрия и т.п.), которые являются базовыми для специальных дисциплин.

Уменьшение аудиторного учебного времени негативно сказывается на объеме и качестве усвоения учебного материала студентами на старших курсах. В этом случае большую

часть информации обучающиеся усваивают самостоятельно или общаясь с преподавателем посредством электронной образовательной среды университета.

Приходим к выводу, что личностные качества и опыт работы помогают некоторым преподавателям изменить и даже улучшить сложившуюся педагогическую ситуацию, выбрав нужные методы реализации процесса обучения, заинтересовав студентов своим предметом, и добиться необходимого положительного результата при усвоении учебного материала. Эти качества ведущий преподаватель формирует связав собственного опыта преподавания и педагогические знания.

Таким образом, решение вопроса преподавания специальных дисциплин в техническом вузе квалифицированными педагогами является актуальным при подготовке высококачественных специалистов, в частности, в строительной (дорожно-строительной и эксплуатационной) отрасли.

РАЗДЕЛ 1. Характеристика педагогической ситуации

Квалификация педагога высшей технической школы

Согласно [12], знание логической структуры учебного курса одна из составляющих квалификации педагога, которая позволяет:

- 1) хорошо ориентироваться в учебном курсе;

- 2) педагогу выявить тему/темы, незнание которых тормозит успешное продвижение студента по изучаемому учебному курсу;

- 3) четко определить количество и качество базовых знаний (степень обученности студентов);

- 4) установить соответствие количества учебного времени, необходимого для освоения изучаемого курса;

5) выявить значимость тем, входящих в состав изучаемого учебного курса;

6) в зависимости от степени связности тем выбрать соответствующие формы реализации алгоритма обучения (чем выше степень связности, тем выше уровень обратной связи, который обеспечивает та или иная форма);

7) в зависимости от степени связности тем выбрать материально-техническое оснащение (чем выше степень связности, тем выше уровень обратной связи, который обеспечивает тот или иной вид и качество материально-технического оснащения).

Обучаемость и обученность студента

Любой бывший школьник, который переступил порог вуза, приобретает новое качество, становясь студентом. Какие личностные качества становятся в этом случае главными? Студент участвует в канале передачи информации в качестве приемника и для того, чтобы принимать учебную информацию он должен обладать соответствующим уровнем *обучаемости* [10].

Объединив все известные понятия, *обучаемость* можно ассоциировать с *развиваемостью* на разных этапах и в разных видах деятельности индивида:

- способностью студентов усваивать знания и приобретать определенные навыки;
- готовностью к переходу на новые уровни обученности (развитости);
- способность к умственному развитию, проявлению гибкости мышления, возможность быть инициативным и т.д.

Обучаемость зависит от индивидуальных возможностей:

- способность развивать разные виды памяти, внимания, мышления, речи, которые помогут в процессе самообучения;
- индивидуальные особенности, связанные с проявлени-

ем психо-эмоциональных особенностей характера;

- свойственное поведению и характеру конкретного студента отношение к усвоению материала, взаимоотношения в учебной группе, с преподавателем.

Этапы формирования обучаемости:

- в дошкольных образовательных учреждениях, подключая игровую деятельность, происходит комплексное воздействие процессов воспитания, обучения и одновременно — развитие ребёнка;

- средняя школа даёт уже более конкретную информацию освоения информации и выполнения заданий (требований);

- в высшем учебном заведении на базе полученных знаний и умений, а также при наличии способности к самообучению студент приобретает умения и формирует навыки с учетом специфики будущей профессиональной деятельности.

Базовое (школьное) образование даёт обучающимся всесторонние знания, разностороннее развитие (гуманитарное, математическое, художественное) достаточное для того, чтобы самостоятельно оценить свои возможности, сориентироваться с выбором профессии, сдать ЕГЭ, поступить в вуз [16, 17]. Получив качественное среднее образование предполагается, что выпускник школы будет успешно получать высшее образование. Однако достаточно часто наблюдаем на младших курсах успеваемость низкого качества. Вероятно, обоснование этому можно найти в психологической ситуации в которую попадает вчерашний школьник. С одной стороны, наличие в расписании студента 1 курса таких предметов, как «Физика» и «Математика», образно говоря «ослабляет бдительность», так как с другой стороны — привычные названия содержат

учебный материал, требующий более глубокого усвоения (формулы и законы высшей математики, например). Таким образом, «легкомысленное» отношение к дисциплинам естественно-математического блока приводит к низкой аттестации на 1 и 2 курсах и слабой основой для изучения механики, и сопромата. На 3 году обучения студенты начинают изучать специальные предметы, картина успеваемости меняется, появляется заинтересованность и понимание изучаемых предметов: какая дисциплина и для чего нужна. Физика и математика — не совсем понятно, как пригодятся в профессиональной деятельности, поэтому и нет желания осваивать эти предметы, а ведь они получают своё развитие в последующих: механика (теоретическая, техническая), геодезия, изыскания и проектирование и другие.

При изучении «Основы проектирования транспортных сооружений» сталкиваемся с тем, что обучающиеся с трудом различают статические и динамические воздействия (физика, механика) на пролетные строения инженерных сооружений и не могут построить схему действия равномерно-распределённой нагрузки в период неблагоприятного нагружения моста.

С профессиональными дисциплинами студенты знакомятся, как правило, на 3—4 курсах. К этому периоду они приобретают определённую базу знаний, степень усвоения которых показывает уровень обученности. Уже при первом знакомстве преподаватель оценивает степень подготовленности. Таким образом, *уровни обучаемости* определяются *уровнями обученности*. Результаты исследований, представленные в работах [13, 18], свидетельствуют о том, что в качестве элемента процесса обучения важным показателем является обучаемость. Лучший

для вариант для обоих участников учебного процесса, когда студент обладает соответствующим уровнем **обученности** и имеет соответствующую **обучаемость**. В этом случае учебная информация воспринимается без помех и обучение происходит эффективно [13, 18].

Дисциплина «Основы проектирования транспортных сооружений» (ОПТС) входит в блок базовых дисциплин вариативной части обучения бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» направленности «Автомобильные дороги», изучается на 4 курсе, в 7 семестре на лекционных и практических занятиях, при выполнении курсовой работы. Для её освоения необходимо быть математически грамотным человеком, иметь знания в вопросах построения и чтения технических чертежей, а также влияния гидрологических и геологических условий на особенности проектирования транспортных сооружений.

Для определения уровня обученности на первом занятии проводится контроль остаточных знаний, приобретённых на курсах дисциплин «Математика», «Физика» (общие представления о явлениях статики и динамики), «Геология» (наука о Земле, поскольку проектирование и непосредственно строительство транспортных сооружений невозможно без учёта явлений, происходящих на её поверхности), «Механика грунтов» (определение состава, свойств грунтов в основании объектов проектирования), «Механика» и «Сопротивление материалов» (в части сбора, учета, распределения постоянных и временных нагрузок, действующих на транспортные сооружения), «Строительные материалы» (арматура, бетон и др.). Связь дисциплин, базовых для направленности «Автомобильные дороги» показана на рис. 1.

Практика применения методов проверки обучаемости



Рис. 1. Смешанный граф взаимодействия дисциплины «Основы проектирования транспортных сооружений» с другими компонентами ООП

и обученности студентов по выше означенной дисциплине будет представлена в 3 разделе данной публикации.

Особенности логической структуры учебной дисциплины

Построение логической структуры учебного предмета, как правило, связано с выбором и отсортровкой большого объёма нормативной, технической литературы и научных достижений современности [15, 19, 20]. Отбор информации для учебного процесса осуществляется в соответствии с требованиями основной образовательной программы направления с учетом формирования компетенций, необходимых для будущей профессиональной деятельности [21].

Без сомнения, теория обучения и практика применения полученных знаний на объектах строительства отличается, однако, невозможно существование практики без теории. Поэтому выпускник высокого уровня обученности будет с успехом применять полученные в учебном заведении знания в своей профессиональной деятельности и адаптироваться в предложенных условиях производства.

Учебные курсы изучаемых бакалаврами дисциплин систематизируют в зависимости от

содержания профессиональной подготовки соответствующего направления, а если конкретизировать с учетом специфики, то профиля (направленности). Проблемы систематизации знаний возникают в педагогике достаточно часто. Поэтому очень важно для ведущего преподавателя структурировать учебный материал, систематизировать и обобщать знания обучающихся, основываясь на законы психологии, дидактики и методики преподавания в высшей школе.

Отечественными исследователями изучены существовавшие ранее и разработаны новые методы логического структурирования учебных курсов, учитывающие совокупность дидактических единиц, их взаимосвязь и иерархию [3, 7, 10]. Правильное построение логической структуры курса (модуля) помогает в решении проблем, возникающих в процессе обучения и самообучения студентов. Для этого необходима систематизация учебного материала с учетом объема, содержания и последовательности изложения теоретического материала в пределах отведенного образовательным стандартом учебного времени.

Выявленная логическая структура позволяет наглядно представить себе всю совокупность дидактических единиц,

их взаимосвязь и иерархию, решить большое количество методических проблем обучения и самообучения. Логическая структура позволяет определить оптимальный объем содержания и последовательность изложения изучаемой дисциплины в рамках отведенного учебным планом времени. Кроме того, это хороший инструмент проектирования содержания и эффективное средство систематизации взаимосвязи дидактических единиц учебного материала.

Предлагаются различные подходы к построению логической структуры учебного курса [7]:

1. *Аналитический*, который отличается тем, что учебный курс представлен в опорно-логической схеме. В этом случае материал структурирован в образно-символически-текстовом виде.

2. *Синтетический* показывает иерархические связи дидактических единиц дисциплины (модуля), которые можно визуализировать, используя графы. Систематизация дисциплин, тем и дидактических единиц, составляющих их содержание, задаётся множеством, в котором «элемент X не может быть изучен без знания элемента Y» [10].

Применительно к нашей дисциплине «Основы проекти-

рования транспортных сооружений»: знание видов транспортных сооружений (раздел 1) позволяет освоить методы и способы проектирования (раздел 2); зная факторы, учитываемые при проектировании, можно подобрать оптимальный вариант вида железобетонного моста (раздел 4) и опор (раздел 3). Это отражено на рис. 2, где показан неориентированный полный граф.

Благодаря теории графов можно определить «связность» дидактических единиц внутри самой дисциплины (рис. 2) и иерархические отношения дисциплин учебного направления.

На рис. 3 показана «связность» тем (дидактических единиц) соответствующих разделов дисциплины «Основы проектирования транспортных сооружений», которая представляет собой достаточно сложную сеть циклов (дерево). Для освоения любых последующих тем, понятий, определений необходимо знание всех предыдущих. Например, конструирование главных балок (тема из раздела 2) невозможно выполнить без знания основных параметров длины, ширины, высоты моста (раздел 1). Дидактические единицы имеют связь не только внутри блоков данного курса. Определение усилий в плите

проезжей части и деформаций балок пролетного строения (темы раздела 2) студент может выполнить, имея базовые знания и навыки, приобретенные на младших курсах при изучении «Механики» и других дисциплин естественно-математического цикла (рис. 1).

Темы и подтемы дисциплины ОПТС, обозначающие множество дидактических единиц, можно изобразить точками на плоскости или, как в нашем случае, расположить в прямоугольниках. Вершины соединяем стрелками, т.е. дугами ($\rightarrow$), направленными от базового элемента к последующему для усвоения материалу. Получаем несимметричное отношение, которое моделирует логическую структуру дисциплины направленности «Автомобильные дороги».

Назначение транспортных сооружений на автомобильных и железных дорогах — это обеспечение беспрепятственного перемещения пешеходов и транспортных средств при возникновении препятствий природного происхождения (река, овраг, горная местность и т.п.) и техногенного (автодорожные и железнодорожные пути, городская застройка и т.п.).

Таким образом, целью изучения дисциплины ОПТС является рассмотрение видов искусственных сооружений на дорогах и особенностей их проектирования в зависимости от факторов воздействия (постоянные и временные нагрузки), условий расположения (гидро-геологические, рельеф) и эксплуатации транспортных сооружений.

Чтобы достичь этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить виды транспортных сооружений, встречающихся на дорогах, основные элементы и их параметры.

2. Освоить нормативно-техническую литературу в области проектирования транспортных сооружений.

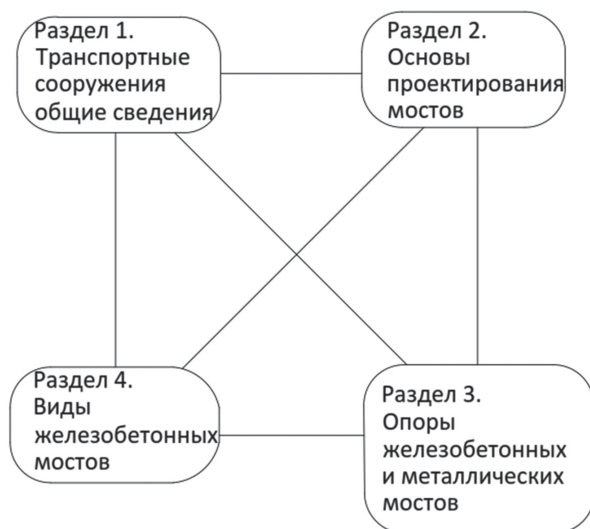


Рис. 2. Неориентированный полный граф дисциплины «Основы проектирования транспортных сооружений»

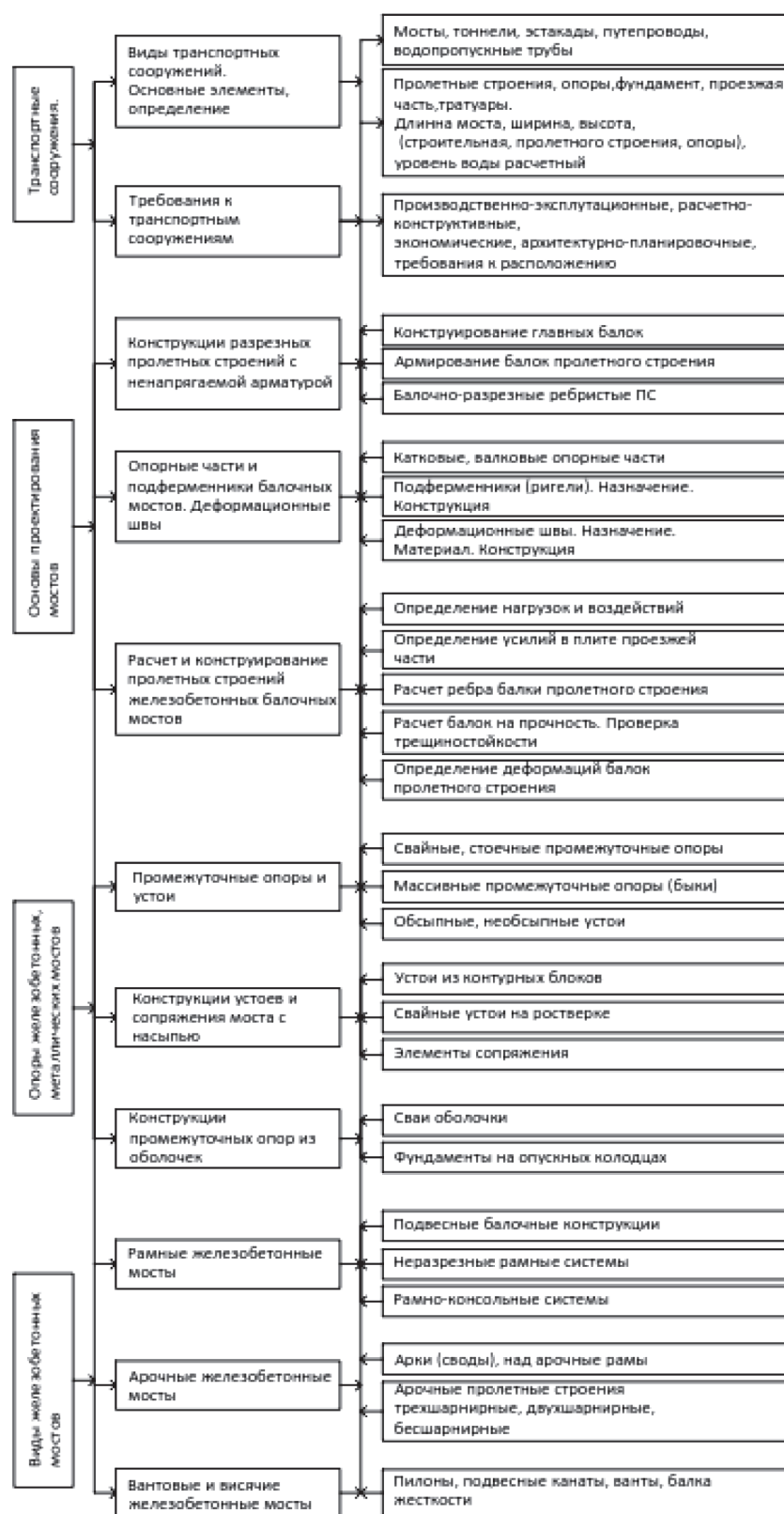


Рис. 3. Модель логической структуры учебного курса дисциплины «Основы проектирования транспортных сооружений» в виде графа

3. Научиться применять полученные знания и навыки на практике.

Поставленные задачи образуют систему множества дидактических единиц.

Для изучения видов транспортных сооружений необходимо освоить следующее:

1. Изучить основные виды: мосты (балочные, арочные, рамные, подвесные, разводные

и др.), эстакады, путепроводы, галереи, балконы, виадуки, водопропускные трубы, тоннели и др.

Для развития кругозора и визуального восприятия информации обучающимся предлагается по пути от дома до университета посчитать количество мостов и путепроводов, по возможности определить статические схемы (разрезные, неразрезные, балочные, арочные и другие), сделать зарисовки основных конструктивных элементов.

2. На основании этих знаний и анализа ситуации студент учится определять необходимость выбора и выполнять технико-экономическое обоснование ремонта, реконструкции или строительства нового транспортного сооружения.

Чтобы освоить и научиться правильно работать (пользоваться) нормативно-правовой и технической литературой необходимо изучение следующих дидактических единиц:

1. Знание конструктивных элементов транспортных сооружений (самые распространенные – мосты).

2. Освоить методы конструирования и расчёта пролетных строений.

3. Выбор опор моста (путепровода).

4. Построение графических изображений результатов проектирования (общий вид моста, поперечное сечение, схемы армирования).

Выделенные в исследуемом курсе дидактические единицы связаны друг с другом. Изучение законов проектирования основных параметров, технических и эксплуатационных характеристик пролетных строений необходимо начать с изучения назначения и области применения материалов для конструкций мостов и условий их работы применительно к общему случаю и частным вариантам. Затем научиться опреде-

лять параметры балок и опор, подбирать арматуру, схемы её расположения и способы устройства (напрягаемая или без предварительного натяжения), а также проверять за-проектированную конструкцию расчётным методом на несущую способность, трещиностойкость, деформации.

Процесс обучения проектированию и моделированию элементов моста опирается на теоретический и практический материал, который содержит методику расчётов конструкций и построения графической части курсовой работы по данной дисциплине или же выпускной работы бакалавра. Учебный материал, описывающий методы и способы выполнения расчётов вручную или при помощи компьютерных программ, является основой для изучения приемов решения задач профессионального проектировщика.

Таким образом, после освоения раздела «Транспортные сооружения, общие сведения» можно приступать к освоению расчётной части «Основы проектирования», что в дальнейшем поможет студентам при выборе «Опоры железобетонных мостов» и рассмотрении других видов инженерных сооружений на дорогах.

Анализируя полученный граф, видим, что он имеет много циклов и взаимосвязанных дидактических единиц. При освоении данной учебной дисциплины студенту не стоит забывать, что важным оказывается тот факт, что каждый последующий этап изучения разделов дисциплины невозможен без своевременного и качественного освоения предыдущего материала, в том числе нужны соответствующие базовые знания по математике, физике, механике, геологии, строительных материалов (рис. 1).

Предложенная логическая структура дисциплины «Основы проектирования транспор-

тных сооружений» формирует требования к методике её освоения, связанный с организацией контроля качества знаний и индивидуализации обучения. Результатом обучения являются навыки в работе с нормативно-технической литературой, графическими редакторами компьютерных программ и технологий и, как результат, первоначальный опыт проектирования транспортных сооружений.

Безусловно, для формирования практических умений и навыков, освоения соответс-

твующих профилю (направленности) «Автомобильные дороги» компетенций и дидактических единиц необходимо достаточное количество учебного времени. Если знания изученных ранее базовых для данного курса дисциплин слабые или вообще отсутствуют, то время отведенное для изучения отдельных разделов (модулей) может быть увеличено за счет самостоятельной работы студента и дополнительных консультаций преподавателей соответствующих предметов.

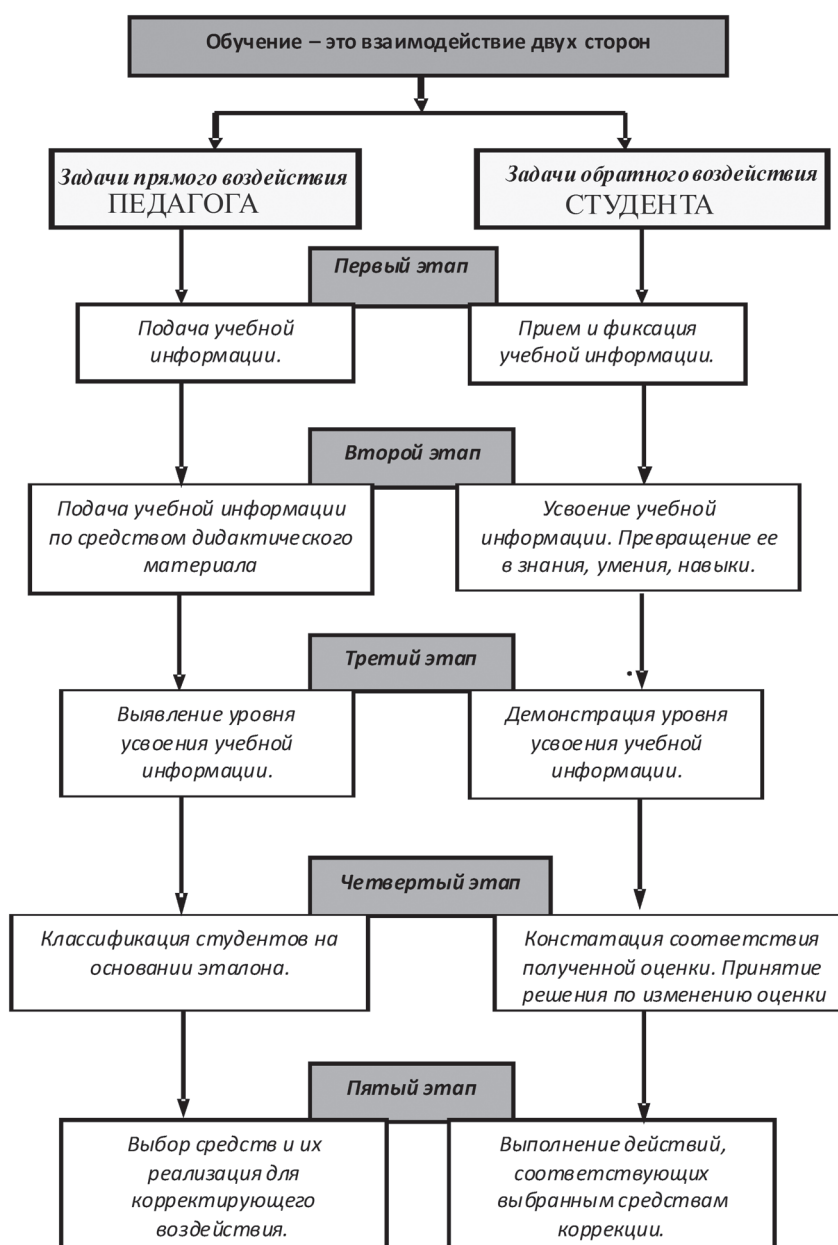


Рис. 4. Задачи прямого и обратного воздействия педагога и студента на каждом этапе алгоритма обучения

РАЗДЕЛ 2. Алгоритм обучения и формы его реализации

Алгоритм обучения реализуется в зависимости от выбранной формы технологии обучения. Многовековой педагогический опыт накопил различные формы реализации каждого из выделенных этапов [10, 22]. Основные задачи преподавателя и студента на различных этапах обучения обобщены и представлены на рис. 4.

Этап 1. Цель этого этапа: подача — получение учебной информации. Задача педагога — доступным образом подать нужную информацию. Задача обучающегося — воспринять и зафиксировать в своей памяти всё необходимое. На этом этапе главным педагог, имеющий соответствующее материально-техническое оснащение учебного процесса.

Формы подачи — получения определяются преподавателем и могут проходить в форме беседы или написания лекций.

Этап 2. Происходит усвоение студентом полученной от педагога или в результате самостоятельного обучения учебной информации [5, 20, 22]. В результате студент приобретает знания, которые отражаются в его мыслях, умения, необходимые при воспроизведении определенных для профессиональной деятельности действий и навыки, это когда умения доведены до автоматизма.

На этом этапе результат усвоения в большей степени зависит от степени (уровня) обучаемости студента.

На **этапе 3** педагог контролирует качество приобретенных обучаемым знаний, умений и навыков. При этом необходимо из существующего многообразия форм контроля выбрать оптимальную.

Контроль учебного материала может быть *всеобщий*, когда проверяется весь объем

выданной студентам для освоения учебной информации, и *выборочный* — в этом случае только часть объема (один раздел, тема, модуль).

В течение периода обучения (семестр, курс) контроль бывает *итоговый* — проводится преподавателем или методом тестирования на завершающем этапе усвоения материала; *периодический* — при завершении изучения одного раздела дисциплины; *текущий* — выполняется проверка небольшой порции рассмотренного учебного материала в течение всего периода обучения.

В зависимости от работы (активности) на занятиях преподаватель может организовать *индивидуальный* контроль знаний одного студента; *групповой* — ограниченной группы студентов или охватить всю

учебную группу — фронтальный контроль проводится.

Канал передачи учебной информации от студента преподавателю при контроле знаний осуществляется, как правило, в трёх вариантах: *устный, письменный, электронный*.

Этап 4. Педагог подводит итоги проверки знаний обучающихся, сравнивая с эталоном, выставляет оценку числовую, словесную или комбинированную (сочетание числовой и словесной) [15, 16]. В случае несогласия студента, при его дополнительном обосновании и согласовании возможно результата изменение оценочных действий.

Этап 5. Изучение технических дисциплин, в частности, направленности «Автомобильные дороги», как

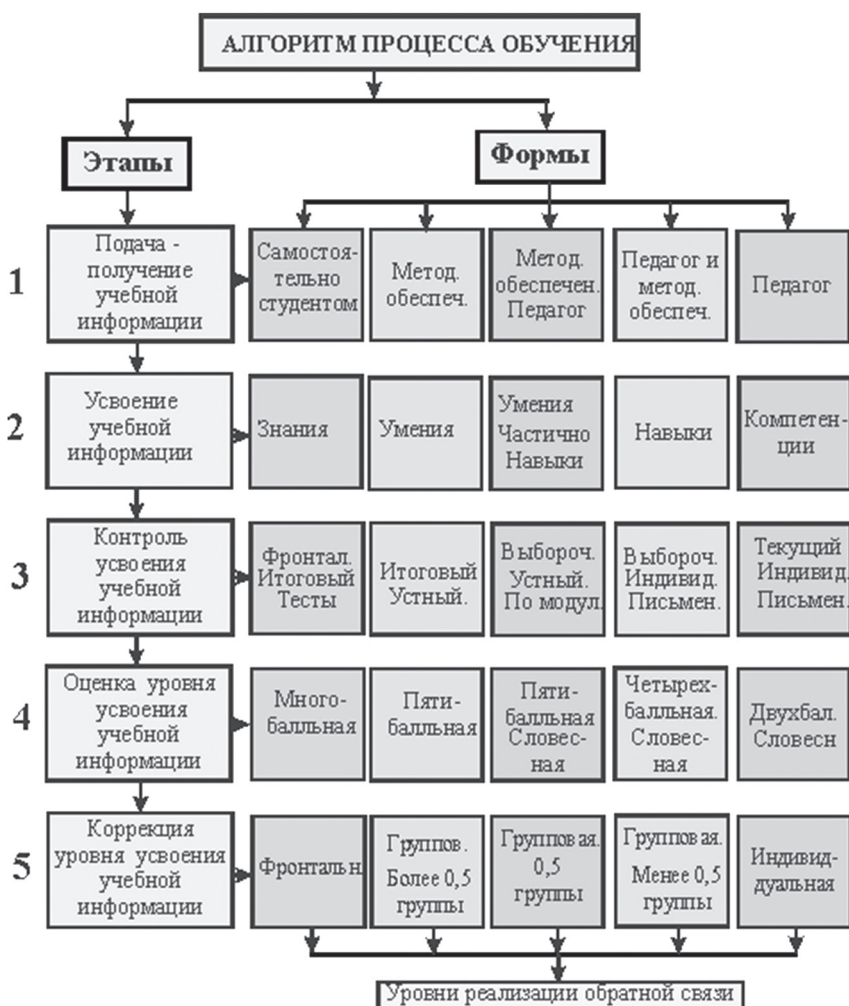


Рис. 5. Алгоритм процесса обучения

Критерии оценок занятия и квалификации педагога в соответствии с законами дидактики

1. Закон целеобразования процесса обучения				
Аргументированная формулировка цели и задач	Формулировка цели с учетом уровня обучаемости студ.	Формулировка цели с учетом индивидуальных особенностей студентов	Положительная мотивация студентов к усвоению учебной информации	Формулировка критериев достижения цели
2. Закон целостности и единства педагогического процесса				
Какая использовалась технология обучения	Обязательность реализации всех этапов алгоритма обучения	Зависимость формы контроля качества знаний от сложности предмета	Зависимость формы подачи учебной информации от сложности предмета	Зависимость формы подачи учебной информации от обученности студ.
3. Закон необходимого разнообразия содержания, форм и методов обучения				
Владение методами оценки обучаемости и обученности студентов	Владение материально-техническим оснащением учебного процесса	Средства создания благоприятной эмоциональной обстановки	Использование последних научных достижений	Знание педагогической этики
4. Закон воспитывающего влияния обучения				
Владение методами и приемами создания положительной мотивации студентов в освоении учебного курса	Обладание широким кругозором	Умение поддерживать разговоры на различные темы	Поведение и внешний вид соответствуют этическим нормам	Умение создать положительный эмоциональный фон

показывают представленные выше исследования (рис. 1, 2, 3) требует качественного освоения материала на всех курсах обучения, т.к. они имеют тесную «связность» дидактических единиц. Поэтому, в случаях появления недостатков, «провалов» в знаниях, необходимо выполнить коррекцию действий педагога и студентов (практическое решение будет предложено в разделе 3 данного исследования): при *фронтальной* — корректируются знания всей группы студентов; при *групповой* — преподаватель разделяет студентов на группы в соответствии с видом ошибки и степени непонимания материала; *индивидуальная* коррекция возможна только с одним студентом или если возникли сложности только с одной темой (разделом, модулем, задачей).

В общем виде алгоритм процесса обучения представлен на рис. 5 [10, 22].

Непосредственно ведущий преподаватель определяет, какую из представленных форм он реализует при организации учебного процесса по своей дисциплине.

РАЗДЕЛ 3. Алгоритм обучения и его реализация в соответствии с законами дидактики на примере дисциплины «основы проектирования транспортных сооружений»

Системный подход указывает на то, что обучающая технология реализуется не на пустом месте [9, 8]. Представленная ниже таблица 1 позволяет преподавателю выполнить самоанализ сложившейся педагогической ситуации при изучении читаемой им дисциплины и проработать варианты её изменения и улучшения обучающей технологии.

Рассмотрим, что собой представляет педагогическая ситуация, ориентируясь на законы дидактики (таблица 1) [5, 10].

Реализация обозначенных в таблице 1 критериев на примере дисциплины «Основы проектирования транспортных сооружений».

1. Закон целеобразования процесса обучения

Аргументированная формулировка цели и задач

Целью изучения дисциплины «Основы проектирования

транспортных сооружений» является рассмотрение видов искусственных сооружений на дорогах и особенностей их проектирования в зависимости от факторов воздействия и условий расположения.

Изучение дисциплины ОПТС необходимо студентам профиля «Автомобильные дороги» для того, чтобы:

1) получить квалификацию и обеспечить себя хорошо оплачиваемой работой проектировщика или строителя автомобильных дорог и транспортных сооружений, последнее является актуальным и востребованным в настоящее время;

2) разделы курса взаимосвязаны, поэтому необходимо с первого занятия включаться в учебный процесс и не пропускать, т.к. усвоение последующей информации невозможно без знания первых / предыдущих тем.

Формулировка цели с учётом уровня обучаемости студентов.

Для качественного освоения дисциплины студентам необходимо уметь пользоваться нормативной литературой (СНиП, СП, ГОСТ и т.п.) и выполнять расчёты конструкций железобетонных мостов. При этом

студентам с более слабой математической подготовкой предлагается выполнение сложных расчётов с помощью компьютерной программы, более сильным — выполнение расчётов вручную для самоконтроля. Теоретический курс обязателен для усвоения каждым студентом в не зависимости от уровня обучаемости.

Формулировка цели с учётом индивидуальных особенностей студентов.

К индивидуальным особенностям студентов можно отнести проблемы с дикцией, например, заикание. В этом случае обучающемуся предлагается проработать отдельные/дополнительные задания самостоятельно и представить в виде рефератов.

Для развития навыков черчения и осознанного восприятия взаимосвязи и взаиморасположения составных элементов транспортного сооружения студентам, способным к выполнению только расчётов, предлагается выполнение графической части вручную с помощью карандаша и линейки, а не только компьютерных программ. Последний метод, без сомнения, упрощает поставленную задачу, ускоряет процесс выполнения задания, но не дает возможности реализовывать её более обдуманно.

Студентам, обладающим более абстрактным мышлением помимо расчётных разделов курсового проектирования может быть предложено дополнительно проработать вопросы технологии возведения транспортного сооружения.

Положительная мотивация студентов к усвоению учебной информации определяется не только изначальными целями и задачами курса, а именно: получение квалификации и трудоустройство по освоенной специальности. Выпускающая кафедра имеет достаточно прочные связи с проектными организациями и производственными предприятиями, го-

товыми трудоустроить хорошо подготовленных специалистов. Об этом рассказываем студентам практически на каждом занятии, приводя примеры того, как обучающиеся по рекомендации преподавателя уже с 3 курса начали работу в организации, занимающейся экспертизой транспортных сооружений, проектированием их ремонта и реконструкции.

Это мотивация на будущее, так сказать, на перспективу, а на ближайшее — это меньшее количество вопросов и заданий на экзамене для студентов, которые в установленные сроки защитили курсовую работу, не пропускали занятия, имеют дополнительные баллы за работу в течение семестра (учебного курса).

Студент включается в работу учебного процесса «в полную силу» в том случае, если понимает конкретику поставленной перед ним задачи, внутренне принимает её. После этого изучаемая дисциплина становится значимой для обучающегося, что стимулирует его для глубокого и качественного усвоения материала [17, 21].

Формулировка критериев достижения цели.

1. Посещение занятий без пропусков.
2. Выполнение заданий своевременно под контролем преподавателя и самостоятельно.
3. Посещение консультаций.
4. Умение формулировать вопросы.
5. Проявление любознательности. Желание расширять кругозор.
6. Приятный внешний вид. Вежливое, культурное обращение не только с преподавателем, но и в коллективе.

2. Закон целостности и единства педагогического процесса.

Педагогический процесс направлен на обучение, используя стандартные техноло-

гии и разработанные лично, учитывая обученность и обучаемость студентов.

Подача-получение учебной информации происходит посредством «педагог и методическое обеспечение»: преподаватель читает лекции, на практических занятиях более подробно рассказывает вопросы проектирования транспортных сооружений, методические пособия содержат дополнительную информацию, выкопировку из нормативной, справочной литературы, образцы расчета.

Усвоение учебной информации в форме знаний (теоретическая база ранее изученных дисциплин и курса лекций по данному предмету), *умений* (пользоваться нормативной и справочной литературой) и *навыков* (построения эпюр, линий влияния, чертежей).

Контроль усвоения учебной информации — текущий (в начале каждого занятия вопросы и обсуждение предыдущей темы), *индивидуальный* (ответы на вопросы студентов, кто и что не понял конкретно), *письменный* (по окончании изучения раздела письменный опрос, контроль выполнения и оформления расчётной и графической части курсовой работы на каждом занятии).

Оценка уровня усвоения учебной информации — четырёхбалльная (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), *словесная* (индивидуальный подход объяснение студенту его слабых и сильных сторон в освоении материала, обоснование оценки).

Коррекция уровня усвоения учебной информации — индивидуальная.

Обязательность реализации всех этапов алгоритма обучения. В соответствии с этим алгоритмом процесса обучения достигнут следующий результат: из 100% студентов, посещавших занятия и работавших по такой схеме, при защите курсовой работы и на экзамене

67% получили оценки «отлично», неаттестованных нет.

Зависимость формы контроля качества знаний от сложности предмета.

Текущий контроль позволяет быстро и своевременно оценить сложные моменты в усвоении дисциплины, разобрать их тут же на занятии, и тогда изучение последующих тем, взаимосвязанных с предыдущими становится значительно легче.

Сложности у студентов в большей части связаны с плохой памятью. Поэтому каждое занятие начинаем с основных, ключевых моментов, аналогичных для разных схем и конструкций транспортных сооружений (Повторение — мать учения! Так тренируется слуховая память).

Рисуем типовые схемы — работает зрительная память.

Ранее студенты выполняли макеты мостов, что способствовало развитию моторной памяти

Зависимость формы подачи учебной информации от сложности предмета.

Сложные конструктивные схемы студенты под диктовку, под контролем преподавателя оформляют цветными карандашами, что способствует зрительному выделению отдельных элементов и лучшему усвоению материала [23].

Учебный курс дисциплины «Основы проектирования транспортных сооружений» дополняется видеоматериалами: короткие ролики (5–10 мин) посвящены отдельным моментам, например, установке преднапряженной или ненапрягаемой арматуры, более продолжительные фильмы (40 мин — 1 час) — проектированию, строительству, испытаниям конкретных транспортных сооружений. После просмотра проводится беседа-обсуждение увиденного для контроля усвоения материала (устный контроль). Включаясь в диалог, каждый студент озву-

чивает что запомнил, объясняя более простым для понимания и восприятия товарищами информации, таким образом происходит лучшее усвоение сложных понятий курса.

Зависимость формы подачи учебной информации от обученности студента.

В случае, если обученность студента (уровень полученных знаний, умений, навыков) низкая, то больше времени на занятиях уделяется основным понятиям и определениям, необходимым для усвоения в рамках данной дисциплины. Наличие наглядного материала, бесед и, при возможности, экскурсий способствует лучшему усвоению материала. Если средняя и более высокая обученность дают возможность преподавателю обогатить учебный материал более сложной (расширенной) дополнительной информацией конструктивных особенностей различных видов транспортных сооружений.

3. Закон необходимого разнообразия содержания, форм и методов обучения

Методы оценки обучаемости и обученности студентов

Устный опрос позволяет определить насколько внимательно обучающиеся во время аудиторных занятий, способны к восприятию и запоминанию устной информации, или же письменный конспект позволяет лучше концентрировать внимание и память; наличие объемного мышления и представления моста в целом и отдельных его конструкций позволяет определить обучаемость студента.

Письменный опрос показывает обученность студента: объем и уровень его знаний, умений и навыков, способность грамотно и лаконично это излагать на бумаге.

Материально-техническое оснащение учебного процесса

Дидактические материалы — учебно-методический

комплекс дисциплины, состоящий из рабочей программы, учебное пособие для курсового проектирования, методических указаний для самостоятельной работы и т.п.

Демонстрационные материалы — раздаточный материал на бумажных и электронных носителях, видеоматериал.

Лабораторное оборудование учебных аудиторий кафедры «Геотехника и дорожное строительство» возможно использовать для оценки свойств грунтов в основании транспортных сооружений, используемых под фундаментами, а также для определения свойств материалов, используемых при изготовлении конструкций пролетных строений и опор, а также покрытий мостов.

Средства для подачи учебной информации — доска, компьютер, бумажные и электронные носители.

Средства создания благоприятной эмоциональной обстановки

Улыбка, искреннее и душевное приветствие, опрятный вид преподавателя, а также изыскание возможности помочь студенту в момент, когда он попадет в тупик не только в вопросах учебного предмета, создаёт доверительную обстановку в общении преподаватель-студент

Использование последних научных достижений

Проектирование и строительство мостов — достаточно сложное направление, поэтому защит кандидатских и докторских диссертаций по специальности 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» не так много. Однако, с отечественным и зарубежным опытом в данной области возможно ознакомиться на выставках-презентациях, конференциях «Автопробег. Поволжье» и другие. Например, разработки научно-производственного предприятия «Мост», г. Ярославль касаются вопро-

сов усиления существующих мостов и их элементов, расширения проезжей части мостов на примере двухрусного автомобильно-железнодорожного моста, разработки и внедрения конструкций деформационных швов — аналогов зарубежных, адаптированных и приближенных к эксплуатации на территории России. Такая информация не только расширяет кругозор и область познания в будущей профессиональной деятельности обучающихся, понравившиеся темы получают отражение в курсовых работах, развивается тематика в выпускных квалификационных работах бакалавров, магистров.

Знание педагогической этики необходимо преподавателю для создания благоприятной атмосферы в коллективе:

1. самодисциплина и требование дисциплины от студентов;
2. вежливое, уважительное обращение со студентами;
3. вежливое обращение с коллегами при студентах и без студентов.

4. Закон воспитывающего обучения

Методы и приёмы создания положительной мотивации студентов в освоении учебного курса

На примерах предыдущих поколений студентов-выпускников преподаватель рассказывает о возможности трудоустройства по профессии при наличии качественных знаний, полученных на теоретических курсах обучения, практических умений и навыков, приобретённых на технологических и производственных летних практиках. Наличие примеров с конкретными именами некоторых вдохновляет и мотивирует к углубленному изучению курса дисциплин соответствующей направленности, ответственному отношению к учёбе [16, 17].

Трансляция видеоматериалов, визуализация и деловые

(ролевые) игры с обсуждением вопросов мостостроения, показывают, как человек может повести себя в нестандартных ситуациях, возникающих при строительстве и эксплуатации транспортного сооружения.

Преподаватель, *обладающий широким кругозором*, может использовать не только специальные технические термины для объяснения учебного материала, но и заинтересовать студентов гуманитарной, но связанной со строительной отраслью информацией. Например, знание истории Государства Российского и конструктивных особенностей мостов, позволяет привести интересный, наглядный и жизненный пример «стройки века», а именно: строительство моста через Керченский пролив задумывал ещё в 1064 году князь Глеб, однако технических возможностей построить мост у князя и жителей древнерусского Тмутараканского княжества не было. Появились они лишь в XIX веке. В 1870 году мост хотела построить Великобритания — для прямого железнодорожного сообщения с Индией. Но проект оказался затратным. В начале XX века построить мост собирался Николай II, но планы изменила Первая мировая война. В 1943 году мост начали сооружать немецкие войска для бесперебойных поставок оружия и войск на Кавказ. Но не успели — Крым был освобожден, и первый мост через Керченский пролив к осени 1944 года построили именно советские инженеры. Весной 1945-го его снес сильный ледоход с Азовского моря. Длина современного Керченского моста составит 19 км: 11,5 из них пройдет по суше, в том числе по острову Тамань, 7,5 км — над морем.

Таким образом, возведение моста над Керченским проливом, транслируемое во всех средствах массовой информации, помогает студентам вспомнить историю Государс-

тва Российского, посмотреть на новые технологии мостостроения, представить перспективы своего творческого (в проектных работах) и производственного (непосредственно в строительстве) пути по направленности «Автомобильные дороги».

Многие студенты нашего вуза имеют возможность по льготной цене пройти обучение на получение водительских прав. Условия обустройства дороги (дорожные знаки, разметка) пригодятся при изучении курса, связанного с основами проектирования, строительства и эксплуатации транспортных сооружений.

При решении педагогических ситуаций, возникающих в учебной аудитории и за её пределами важно умение преподавателя *создавать положительный эмоциональный фон*. В период тяжелой загрузки студентов потоком информации их можно отвлечь рассказом на тему строительства или историями из жизни студентов, что не только улучшит эмоциональный фон, но и появится заинтересованность изучаемой темой, лучше усвоится информация.

Такие несложные решения, объединяющие не только данные исследователей классических и инновационных технологий организации обучения, но и практического опыта преподавания специальных дисциплин с учетом современных достижений и средств коммуникационного общения, материально-технического обеспечения учебного процесса, эмоционально-личностного состояния студентов позволяют решать вопросы по созданию благоприятной и результативной педагогической ситуации.

Вывод

В данной работе выполнен всесторонний анализ педагогической ситуации на примере

изучения дисциплины в техническом вузе, начиная от оценки деятельности преподавателей, которые не всегда имеют педагогическое образование, заканчивая разработкой алгоритма обучения и его реализацией в процессе освоения дисциплины специализации «Основы проектирования транспортных сооружений». Приходим к выводу, что обучающая техноло-

гия имеет сложную структуру, представленную большим количеством вариантов её реализации. В связи с этим каждый преподаватель выбирает удобную форму подачи информации и осуществления контроля качества освоения предложенного материала.

Грамотное решение организации учебного процесса возможно при наличии у

преподавателя технических вузов знаний законов функционирования учебного процесса, условий психологической адаптации студентов. Только в этом случае появляется возможность достигнуть повышения качества обучения и, как результат, подготовить высококвалифицированных выпускников для строительной отрасли.

Литература

1. Боротко Н.М. (ред.), Соловцова И.А., Байбаков А.М. Педагогические технологии: учебник. Под ред. Н.М. Боротко. Волгоград: Изд-во ВГИПКРО, 2006. 59 с.
2. Рогожин С.А. Материально-техническое обеспечение учебного процесса — необходимое условие качества образования // Университетское управление: практика и анализ. 2004. № 4(32). С. 19–26.
3. Парфенова Т.А. Информационно-коммуникационные технологии в высшем образовании. В сб.: «Наука сегодня: теория, методология, практика, проблематика». Сборник научных докладов. Sp. z o.o. «Diamond trading tour». 2014.
4. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. 2-е изд. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 345 с.
5. Чернилевский Д.В. Дидактические технологии в высшей школе: учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 437 с.
6. Бойко А.П. Логическая структура учебного курса. Логика. М., 1994.
7. Левитес Д.Г. Образовательные технологии: теория, классификация, отбор, конструирование. Мурманск: НИЦ «Пазори», 2001. С. 37.
8. Жариков О.Н., Королевская В.И., Хохлов С.Н. Системный подход к управлению: учеб. пособие для вузов. Под ред. В.А. Персианова. М.: Юнити-Дана, 2008.
9. Камалеева А.Р. Системный подход в педагогике. Научно-педагогическое обозрение № 3. Томск: Томский госуд. пед. ун-т, 2015. С. 13–23.
10. Найниш Л.А., Люсев В.Н. Инженерная педагогика: Научно-методическое пособие. М.: НИЦ Инфра-М, 2013. 88 с.
11. Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 201 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата)» (Зарегистрировано в Минюсте России 07.04.2015 № 36767).
12. Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки для по-

References

1. Borytko N.M. (ed.), Solovtsova I.A., Baybakov A.M. Pedagogicheskie tekhnologii: uchebnik. Ed. N.M. Borytko. Volgograd: Izd-vo VGIPKRO, 2006. 59 p. (In Russ.)
2. Rogozhin S.A. Material'no-tekhnicheskoe obespechenie uchebnogo protsesssa — neobkhodimoe uslovie kachestva obrazovaniya. Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz. 2004. No. 4(32). P. 19–26. (In Russ.)
3. Parfenova T.A. Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii v vysshem obrazovanii. In: «Nauka segodnya: teoriya, metodologiya, praktika, problematika». Sbornik nauchnykh dokladov. Sp. z o.o. «Diamond trading tour». 2014. (In Russ.)
4. Talyzina N.F. Upravlenie protsessom usvoeniya znaniy. 2nd ed. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1984. 345 p. (In Russ.)
5. Chernilevskiy D.V. Didakticheskie tekhnologii v vysshey shkole: ucheb. posobie dlya vuzov. Moscow: YuNITI-DANA, 2002. 437 p. (In Russ.)
6. Boyko A.P. Logicheskaya struktura uchebnogo kursa. Logika. Moscow, 1994. (In Russ.)
7. Levites D.G. Obrazovatel'nye tekhnologii: teoriya, klassifikatsiya, otbor, konstruirovaniye. Murmansk: NITs «Pazori», 2001. P. 37. (In Russ.)
8. Zharikov O.N., Korolevskaya V.I., Khokhlov S.N. Sistemnyy podkhod k upravleniyu: ucheb. posobie dlya vuzov. Ed. V.A. Persianova. Moscow: Yuniti-Dana, 2008. (In Russ.)
9. Kamaleeva A.R. Sistemnyy podkhod v pedagogike. Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie No. 3. Tomsk: Tomskiy gosud. ped. un-t, 2015. P. 13–23. (In Russ.)
10. Naynish L.A., Lyusev V.N. Inzhenernaya pedagogika: Nauchno-metodicheskoe posobie. Moscow: NITs Infra-M, 2013. 88 p. (In Russ.)
11. Prikaz Minobrnauki Rossii ot 12.03.2015 N 201 “Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 08.03.01 Stroitel'stvo (uroven' bakalavriata)” (Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 07.04.2015 N 36767). (In Russ.)
12. Gosudarstvennye trebovaniya k minimumu sodержaniya i urovnyu podgotovki dlya polucheni-

лучения дополнительной квалификации «преподаватель высшей школы». <http://elementy.ru/Library9/Treb.htm?context=293>

13. Гаврилюк Л.Е., Чурсин А.И. Определение обученности и обучаемости студентов – важный фактор выбора технологии преподавания геометро-графических дисциплин // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26523>.

14. Лазарева О.И. Логическая структура учебного плана как математическая модель процесса обучения // Педагогическое образование в России. 2015. № 2. С. 83–87.

15. Разработка системы рейтинг-контроля уровня усвоения знаний студентов. URL: <http://www.newreferat.com/ref-21953-9.html>

16. Парфенова Т.А. Психолого-педагогическое сопровождение образовательного процесса и формирование психологической готовности к нему // «Психологическое сопровождение образования: теория и практика» Сборник статей по материалам VI Международной науч.-практ. конф. 2016. С. 355–358.

17. Тарасеева Н.И. Социальное проектирование как средство воспитания студентов // Символ науки. 2015. № 10-1. С. 194–196.

18. Найниш Л.А. Как выбрать оптимальную обучающую технологию // Молодежь, образование, наука. 2008. С. 95–103.

19. Новиков А.М. Методология учебной деятельности. М.: «Эгвес», 2005. 176 с.

20. Новиков А.М. Методология образования. М.: «Эгвес», 2006. 2-е изд. 488 с.

21. Фридман Л. М., Кулагина И. Ю. Мотивация учения. Психологический справочник учителя. М.: Просвещение, 1991. С. 192–194.

22. Найниш Л.А. Алгоритмы и формы реализации процесса обучения // Инновационные технологии организации обучения в техническом вузе: на пути к новому качеству образования: Материалы междунар. науч.-метод. конф. 22–24 апреля 2008 г., Пенза. Пенза: ПГУАС, 2008. Ч. 4. 281 с.

23. Севенюк С.А., Парфенова Т.А. Фототерапия как средство развития творческой активности студентов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2010. Т. 12. № 5–3. С. 704–707.

ya dopolnitel'noy kvalifikatsii "prepodavatel' vysshey shkoly". <http://elementy.ru/Library9/Treb.htm?context=293> (In Russ.)

13. Gavrilyuk L.E., Chursin A.I. Opredelenie obuchennosti i obuchaemosti studentov – vazhnyy faktor vybora tekhnologii prepodavaniya geometro-graficheskikh distsiplin. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2017. No. 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26523>. (In Russ.)

14. Lazareva O.I. Logicheskaya struktura uchebnogo plana kak matematicheskaya model' protsessa obucheniya. Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. 2015. No. 2. P. 83–87. (In Russ.)

15. Razrabotka sistemy reyting-kontrolya urovn-ya usvoeniya znaniy studentov. URL: <http://www.newreferat.com/ref-21953-9.html> (In Russ.)

16. Parfenova T.A. Psikhologo-pedagogicheskoe soprovozhdenie obrazovatel'nogo protsessa i formirovanie psikhologicheskoy gotovnosti k nemu. In: «Psikhologicheskoe soprovozhdenie obrazovaniya: teoriya i praktika» Sbornik statey po materialam VI Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. 2016. P. 355–358. (In Russ.)

17. Taraseeva N.I. Sotsial'noe proektirovanie kak sredstvo vospitaniya studentov. Simvol nauki. 2015. No. 10-1. P. 194–196. (In Russ.)

18. Naynish L.A. Kak vybrat' optimal'nyuyu obuchayushchuyu tekhnologiyu. Molodezh', obrazovanie, nauka. 2008. P. 95–103. (In Russ.)

19. Novikov A.M. Metodologiya uchebnoy deyatel'nosti. Moscow: «Egves», 2005. 176 p. (In Russ.)

20. Novikov A.M. Metodologiya obrazovaniya. Moscow: «Egves», 2006. 2nd ed. 488 p. (In Russ.)

21. Fridman L. M., Kulagina I. Yu. Motivatsiya ucheniya. Psikhologicheskii spravochnik uchitelya. Moscow: Prosveshchenie, 1991. P. 192–194. (In Russ.)

22. Naynish L.A. Algoritmy i formy realizatsii protsessa obucheniya. Innovatsionnye tekhnologii organizatsii obucheniya v tekhnicheskoy vuzе: na puti k novomu kachestvu obrazovaniya: Materialy mezhdunar. nauch.-metod. konf. 22–24 aprelya 2008 g., Penza. Penza: PGUAS, 2008. Part 4. 281 p. (In Russ.)

23. Sevenyuk p.A., Parfenova T.A. Fototerapiya kak sredstvo razvitiya tvorcheskoy aktivnosti studentov. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Sotsial'nye, gumanitarnye, mediko-biologicheskie nauki. 2010. Vol. 12. No. 5–3. P. 704–707. (In Russ.)

Сведения об авторе

Нелли Ивановна Тарасеева

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, Россия

Эл. почта: tnelly77@mail.ru

Тел.: +79272896142

Information about the author

Nelli I. Taraseeva

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia

E-mail: tnelly77@mail.ru

Tel.: +79272896142

Интеллектуальная система с использованием концептов-представлений для решения задач целенаправленного поведения

Целью исследования являются интеллектуальные системы для решения задач целенаправленного поведения, которые ориентированы на применение когнитивных механизмов в вопросах формирования и формализации представления действительности. Интерес к использованию когнитивных механизмов возник после выяснения того, что, при использовании различных достижений в области информационных технологий, компьютер уступает человеку при решении некоторых интеллектуальных задач. В статье исследуется возможность применения когнитивного подхода. Такой подход позволяет сократить объемы перерабатываемой информации при формировании управляющих решений, для выхода из незапланированных ситуаций.

Для использования когнитивных механизмов автором рассматриваются методы, обеспечивающие их применение при формировании и структурировании концептов-представлений. При решении этой задачи используются современные методы и технологии модульного подхода. Так сервисно-ориентированная архитектура представляет собой модульный подход к разработке программного обеспечения. При таком подходе применяются заменяемые компоненты, имеющие стандартизированные интерфейсы и взаимодействующие по стандартизированным протоколам. Не менее важным для разработчиков интеллектуальных систем является агентно-ориентированный подход. По сравнению с объектами агенты являются не сущностями, вызывающими друг у друга конкретные методы, а субъектами, которые запрашивают выполнение требуемых действий. Агент находится на высоком уровне сложности по отношению к используемым объектам в объектно-ориентированном подходе. Для описания действительности используется интегрированный подход представления знаний. Используя указанные подходы и методы, автором рассматриваются вопросы построения модулей интеллектуальных систем с интеграцией компьютерной парадигмы и когнитивных механизмов.

В статье представлена структура кибернетической системы для решения относительно несложных задач целенаправленного поведения. В системе используется классический подход к представлению действительности — чувственные образы. Эти образы формируются из признаков, значения которых получаются из различных источников (датчиков, программных приложений). Показаны модули, которые необходимы для формирования из чувственных образов концептов-представлений действительности. Концепт-представление является обобщенным чувственно-наглядным образом рассматриваемого предмета или явления. Они статичны и являются отражением множества ярких внешних, чувственно наблюдаемых признаков отдельного предмета или явления действительности. Представлен демо-пример формирования концептов-представлений. Показан фрагмент базы знаний, содержащий сформированный концепт представление.

Применение рассмотренных подходов позволит подойти не только к решению задач формирования концептов-представлений, но и к их использованию для решения задач целенаправленного поведения. В решении этой задачи можно выделить два этапа. На первом этапе используются управляющие воздействия (команды), которые могут быть спланированными и реализованными без изменений. На втором этапе можно будет формировать обобщенные представления команд. В этом случае потребуются их перевод в конкретный, исполняемый вид. Данные механизмы смогут применяться в кибернетических системах для сокращения объемов перерабатываемой информации при принятии решений, для выхода из незапланированных ситуаций.

Ключевые слова: когнитивный подход, концепт-представление, чувственный образ, интеллектуальные модули, целенаправленное поведение.

Vasiliy M. Trembach

Moscow Aviation Institute (National Research University), «MAI», Moscow, Russia

Intelligence system using the concepts of representations for solving problems of goal-directed behavior

The aim of the research is the intellectual systems, focused on the use of cognitive mechanisms relating to the issues of formation and formalization of reality representation for solving the problems of goal-oriented behavior. The interest to the use of cognitive mechanisms arose after it became evident that while using various achievements in the field of information technologies, the computer is inferior to a man in solving some intellectual problems. The article examines the possibility of using cognitive approach. This approach allows to reduce the volumes of the information being processed while working out the managerial solutions for unplanned, unexpected situations. For the use of cognitive mechanisms the author considers the

methods that ensure their application in the formation and structuring of concept-representations. When solving this task we use modern methods and technologies of a modular approach. So service-oriented architecture represents a modular approach to software development. This approach uses replaceable components that have standardized interfaces and communicate over standardized protocols. An agent-oriented approach is equally important for smart system developers. Compared to objects, agents are not entities that require specific methods from each other, but entities that request the operation of required actions. The agent is at a significantly higher level of complexity with respect to traditional

objects in an object-oriented approach. Using these approaches and methods, the author considers the issues of building modules of intelligent systems with the integration of the computer paradigm and cognitive mechanisms.

The article presents the structure of a cybernetic system for solving relatively simple problems of goal-oriented behavior. The system uses a classical approach to the representation of reality – sensual images. These images are formed of features, the values of which are obtained from various sources (sensors, software applications) OTS. The modules which are necessary for forming concepts-representations of reality from sensual images are shown. A concept representation is a generalized sense-visual image of an object or phenomenon. Concepts-representations are static and represent a reflection of a set of the brightest external, sensually perceived signs of a separate subject or a reality phenomenon. A demo example of the formation of concept representation is presented. A fragment of

the knowledge base containing the generated concept representation is shown.

The application of the considered approach will allow us to approach not only the problem solution of the formation of concept-representations, but also their use for the solution of the task of a goal-oriented behavior. In this task it is possible to allocate two stages. At the first stage control actions (commands) can be used, which can be planned and implemented without changes. At the second stage it will be possible to form generalized representations of commands. In this case, you will need to translate them into a specific, executable form. These mechanisms can be used in cybernetic systems to reduce the amount of processed information in decision-making, to overcome unplanned, unexpected situations.

Keywords: cognitive approach, concept representation, a sensual image, intelligent modules, goal-oriented behavior.

Введение

В своем развитии информационные системы для решения задач управления прошли несколько этапов. На первом этапе была возможность использовать для управления, принятия решений только человеческие ресурсы. Других просто не было.

На втором этапе стали появляться технические устройства для информационной поддержки управляемых процессов (Регулятор Уайта и т.д.).

На третьем этапе стали использоваться электрические, а впоследствии и электронные элементы для решения задач управления. Эти задачи, по своей структуре, были несложными и доступными для автоматического управления.

Со временем решаемые задачи стали усложняться и для их управления появились системы, использующие, как человеческие, так и аппаратные ресурсы.

В работе [1] такие системы классифицируются как организационно-технические системы (ОТС). Системы, использующие только людские ресурсы для решения задач управления, считаются организационными (социальными) системами. Если же в основе управляющих систем применяются аппаратные (электронные, вычислительные) элементы, то такие системы считаются техническими.

К настоящему времени произошел скачок в развитии

информационных технологий. Появились персональные и мобильные компьютеры, вычислительные сети, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), интеллектуальные приложения различного назначения и т.д. Но, вместе с тем, сильно изменились и задачи, которые необходимо решать с помощью технических, компьютерных систем. В свете этих изменений актуальным является развитие ОТС, сочетающих современные достижения компьютерных технологий и интеллектуальных возможностей человека.

В современных ОТС широко используется компьютерная парадигма [2]. Как отмечается в работах [2,3,10], в компьютерную парадигму заложены методы символьного представления информации и её обработки с помощью алгоритмических, ориентированных на логику и комбинаторику процедур. Данный компьютерный подход при решении некоторых интеллектуальных задач уступает человеку в скорости интерпретации ситуации и формирования адекватного сценария поведения. Поэтому большой интерес вызывает развитие когнитивного подхода. Данный подход ориентирован на быструю и адекватную оценку и интерпретацию целостных картин мира. В настоящее время массовый характер создания ОТС с использованием цифровых технологий

обуславливает необходимость комплексирования методов и средств символьной логической обработки данных и когнитивных механизмов обработки образов и концептов.

В статье рассматриваются возможности использования концептов-представлений для решения задач целенаправленного поведения.

1. Современные технологии ОТС

Использование различных методов решения современных и перспективных интеллектуальных задач в ОТС требует от их разработчиков новых подходов и технологий проектирования и создания информационных систем. В такой ситуации возникли и стали широко использоваться различные концепции проектирования информационных систем. Одной из них стала концепция модульного (компонентного, сборочного) проектирования интеллектуальных систем (ИС), позволяющая ускорить эти процессы в ОТС. Для решения этой задачи авторами [4] предлагается: «...создать общую библиотеку многократно используемых семантически совместимых компонентов интеллектуальных систем...». На основе этой библиотеки планируется разработать методику модульного (компонентного, сборочного) проектирования современных интеллектуальных систем. В общей библи-

отеке выделяются следующие разделы [4]:

- библиотека компонентов баз знаний, которая будет многократно использоваться. В эту библиотеку входят совместимые семантически онтологии различного содержания. Компонентами библиотеки являются обязательные знания для современных ИС (базовые знания по арифметике, теории множеств, знания по теории отношений, базовые знания по логике и многие другие, востребованные знания).

- библиотека компонентов для информационного поиска, включающая поисковые модули, агенты.

- библиотека компонентов для интеграции знаний и машин обработки знаний; библиотеки интерпретаторов программ на различных языках программирования, различных стратегий решения задач, компонентов пользовательских интерфейсов.

В работе [4] отмечается: «...модульное проектирование ИС возможно только в том случае, если отбор компонентов, включаемых в состав рассмотренной библиотеки, будет осуществляться на основе тщательного анализа качества этих компонентов...».

Разработчиками ОТС активно используются современные подходы и технологии, которые расширяют возможности и добавляют преимущества модульного подхода. Так, например, сервисно-ориентированная архитектура (СОА) отражает модульный подход к разработке программного обеспечения. В основу СОА заложено использование заменяемых компонентов, которые имеют стандартизированные интерфейсы и взаимодействуют по стандартизированным протоколам [5]. В рамках концепции СОА используются независимые сервисы с интерфейсами. Эти сервисы для выполнения возникающих задач могут вызываться неким

стандартным способом. Важной особенностью является то, что сервисы заранее ничего не знают о вызывающем их приложении, а приложению не известно, каким образом будет выполнена возникшая задача. Это происходит благодаря тому, что «сервисы» (или компоненты), имея согласованные общие интерфейсы, используют единые правила (протоколы) для определения порядка вызова сервисов и их взаимодействия друг с другом. Применение СОА позволяет создавать приложения из наборов, комбинации слабосвязанных и взаимодействующих сервисов. Это приводит ко все большему распространению СОА, модульного подхода во многих областях ИТ индустрии благодаря одной особенности — возможности предложить эффективный подход к решению проблемы интеграции информационных ресурсов.

Не менее важным для разработчиков ОТС является агентно-ориентированный подход. Он во многом схож с объектно-ориентированным подходом (ООП), который в своей основе использует объектную декомпозицию. Статическая структура рассматриваемой системы описывается в терминах объектов и связей между ними. Поведение системы представляется в терминах обмена сообщениями, передаваемыми между объектами. Каждому объекту системы свойственно свое собственное поведение, моделирующее поведение объекта действительности. У него имеются собственные данные и процедуры. Объект может иметь иерархическую структуру, т.е. состоять из нескольких объектов или/и быть частью другого объекта [6,8,7].

Для объектов все действия выполняются через сообщения. В сообщениях объекту указывается «что делать» без указания «как делать». Объект может определяться такими

признаками, как инкапсуляция; отношениями «класс-пример»; свойствами наследования; наличием сообщений, код процедур которых может различаться в зависимости от приемника сообщений.

При ООП данные и процедуры объединяются в программные объекты; для взаимосвязей между объектами используются сообщения; одинаковые объекты группируются в классы; в объектах данные и процедуры наследуются по иерархии классов. В процессе функционирования объекты не могут определять свое поведение, состояние, содержание; проводить анализ своих связей с другими объектами; выявлять природу адресованных им сообщений, т.к. получение сообщений сводится к вызову процедуры. Объекты не способны самостоятельно формировать цели.

По сравнению с объектами агенты являются не сущностями, вызывающими друг у друга конкретные методы, а субъектами, которые запрашивают выполнение требуемых действий.

У агентов состояния можно изменять с использованием понятий, убеждений, желаний, и т.д. В ходе взаимодействия у агентов выделяются собственные потоки управления, и они могут выполнять такие действия как порождение, подавление и замена других агентов, активизация функций и сценария деятельности, сохранение данных о текущем состоянии других агентов и т.д.

В итоге, агент находится на заметно более высоком уровне сложности по отношению к традиционным объектам в ООП. В своих работах Тарасов В.Б. отмечает [6]: «... Если для сравнения использовать систему абстрактных полярных шкал типа «пассивный — активный», «реактивный — целенаправленный», «зависимый — автономный» и поместить на них объекты и агенты, то объекты

будут располагаться на левых полюсах, а агенты должны находиться правее, ближе к полюсам «активный», «целенаправленный», «автономный». Смещение агентов на указанных шкалах к правым полюсам показывает доступный уровень субъективности МАС...» [9].

В современных динамических интеллектуальных ОТС используются модули, разработанные на основе компьютерной парадигмы [2,10,18,21], в основу которой заложены символичные представления информации и их обработка с помощью алгоритмических, ориентированных на логику и комбинаторику процедур. Такой подход проигрывает когнитивным механизмам, используемым человеком при решении некоторых задач принятия ситуационных решений [2, 3, 10]. У специалистов в области искусственного интеллекта (ИИ) есть некоторые результаты исследований когнитивных механизмов [2, 10], но не разработаны методы и средства для создания модулей, позволяющих использовать указанные подходы в сочетании с применением компьютерной парадигмы. В статье рассматриваются вопросы построения модулей ОТС с интеграцией компьютерной парадигмы и когнитивных механизмов.

2. Типовые модули ОТС

Опыт разработки и использования интеллектуальных систем указывает на необходимость поиска новых подходов к созданию ОТС. В работах [11,12] отмечается одно перспективное направление, особенностью которого является не вопрос адекватности разрабатываемой теории реальным процессам человеческого мышления. Основным является выявление возможности применения и дальнейшего развития наработанных результатов исследований в

интеллектуальных технологиях [2, 10]. При этом специалистами в области ИИ отмечается сложность задач исследования и использования когнитивных механизмов современного человека. Это связано со многими факторами [13, 14], появившимися в ходе эволюционного развития: опыт взаимодействия с действительностью, образование, религия, личные взгляды, культура, заблуждения, ожидания и т.д. Поэтому одним из применяемых подходов к исследованию сложных задач является использование более простой модельной задачи [15]. В таких задачах можно исключить многие факторы эволюционного развития, а усложняется система по мере понимания исследуемых когнитивных механизмов.

Под простой модельной задачей может пониматься задача по переводу объекта из текущего состояния в требуемое на основе анализа небольшого числа признаков (датчиков) и управляющих объектом воздействий (команд) с точки зрения достижения поставленной цели.

Для решения такой задачи необходимы: целевое (требуемое) состояние объекта, которое ему необходимо достичь; текущее состояние объекта с учетом внешних возмущений,

получаемое в результате анализа признаков действительности (значений датчиков); планирование управляющих воздействий для достижения требуемого состояния; реализация управляющих воздействий для достижения требуемого состояния (цели).

В большинстве случаев решение простой задачи можно представить в общем виде следующим образом

$$Y = F(x, z, u), \quad (1)$$

где

Y – результат решения задачи,

F – оператор получения результата решения задачи,

x – входная информация для планирования управляющих воздействий,

z – возмущения, нарушающие решение задачи,

u – управляющие воздействия, обеспечивающие результат решения задачи.

Для реализации ОТС, ориентированной на решение задачи (1), потребуются модули, обеспечивающие работу системы, структура которой представлена на рис. 1. ОТС для решения простой задачи содержит:

– интерфейс для получения, требуемого (целевого) состояния – $S_{ц}$;

– модуль для использования требуемого состояния – $S_{ц}$;

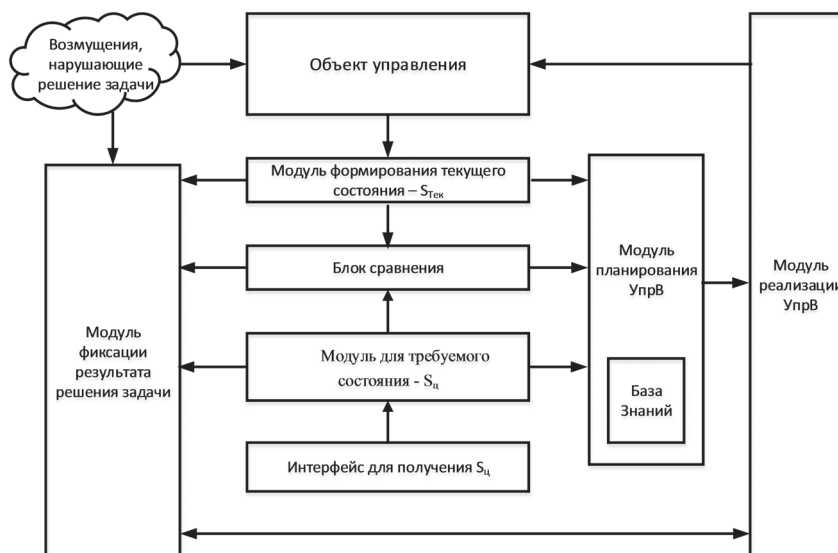


Рис. 1. Структура ОТС для решения простой задачи

- модуль формирования текущего состояния — $S_{тек}$;
- блок сравнения текущего состояния с требуемым;
- модуль планирования управляющих воздействий (УпрВ), включающий базу знаний (БЗ);
- модуль реализации УпрВ;
- модуль фиксации результата решения задачи.

В простейшем случае интерфейс для получения, требуемого (целевого) состояния — $S_{ц}$ служит для ввода описания состояния объекта, которое необходимо достичь. Это состояние может быть представлено одним или несколькими признаками. Требуемое состояние может задаваться текстом через оконный интерфейс, с использованием речевого ввода и с помощью изображений знаков, которые распознаются и представляются признаками.

Модуль для использования требуемого состояния — $S_{ц}$ обеспечивает получение требуемого состояния, его хранение, актуализацию и выдачу в ОТС: в блок сравнения; модуль планирования; модуль фиксации результата решения задачи. В блоке сравнения требуемое состояние $S_{ц}$ используется для выявления признаков, имеющих отличающиеся текущие значения. Для таких признаков проводится планирование и в этом случае требуемое состояние поступает в модуль планирования управляющих воздействий. В модуль фиксации результата решения задачи требуемого состояния — $S_{ц}$ поступает в роли одного из элементов описания полученного решения задачи.

В модуле формирования текущего состояния $S_{тек}$ происходит прием значений признаков из различных источников (датчиков, программных приложений) и их преобразование в единое информационное пространство ОТС. Описания $S_{тек}$ используются в блоке сравнения для выявления признаков, текущие значения

которых отличаются от требуемых. Описания текущего состояния используются также при операциях планирования и в модуле фиксации результата решения задачи, как один из элементов полученного решения задачи.

Блок сравнения служит для запуска модуля планирования управляющих воздействий при несовпадении текущего и требуемого значений хотя бы у одного признака описания требуемого состояния. Он инициирует модуль фиксации результата решения задачи для получения и сохранения итогов реализации управляющих воздействий, т.е. окончания решения задачи по переводу объекта управления в требуемое состояние.

Модуль планирования управляющих воздействий предназначен для формирования команд, обеспечивающих перевод объекта в требуемое состояние. В модуле используется база знаний (БЗ) об управляющих воздействиях. Сформированные управляющие воздействия пересылаются в другой модуль для их реализации.

Модуль реализации управляющих воздействий (команд) предназначен для хранения сформированных управляющих воздействий и их реализации. Сведения об отработке этих команд осуществляется через обратную связь с объектом. Для этого используются модуль формирования текущего состояния $S_{тек}$.

Модуль фиксации результата решения задачи предназначен для фиксации и хранения отработанных (апробированных) результатов решения задачи. Результаты решения задачи включают следующие данные: описание текущего состояния; признак о несовпадении состояния цели и текущего состояния объекта; описание состояния цели объекта; множество управляющих воздействий, которые сформиро-

ваны для решения текущей задачи. Данная информация может использоваться для операций обобщения описаний одинаковых задач.

3. Формализация концептов-представлений действительности в ОТС

На начальном этапе развития ОТС для решения простой модельной задачи в модулях фиксации результата решения задачи, использования требуемого состояния — $S_{ц}$ формирования текущего состояния $S_{тек}$ и БЗ модуля планирования управляющих воздействий могут использоваться чувственные образы. Для них признаки формируются в модуле формирования текущего состояния $S_{тек}$, используя среду восприятия, датчики, сенсоры управляемого объекта. Хранятся признаки в базе знаний модуля планирования управляющих воздействий, а используются для формирования множества управляющих воздействий и формирования и сохранения результата решения задачи.

В настоящее время существует множество подходов и методов к представлению знаний. Эти методы представления знаний имеют ограниченные области решаемых задач из-за присущих им свойств и ограничений. Для представления чувственного образа предлагается интегрированный подход, в основе которого используются сетевые и логические парадигмы представление действительности.

Для пояснения особенностей интегрированного подхода к описанию концептов-представлений необходимы некоторые понятия и определения, используемые в логике [16]. Свойства и отношения сущностей задаются признаками. Признаки подразделяются на существенные и несущественные.

Существенные признаки — это те, которые необходимы.



Рис. 2. Структура представления чувственного образа действительности

Без них сущность не представляется в своей качественной определенности.

Несущественные признаки являются второстепенными. Наличие или отсутствие таких признаков оставляет сущность в том же качестве. Несущественные признаки подразделяются на собственные и случайные. Собственные признаки свойственны всем предметам данного рода. Они выражают одну из характерных и важных черт этих сущностей.

Случайные признаки характеризуют второстепенные индивидуальные черты сущностей. Существенные и несущественные признаки различаются и эти различия имеют относительный характер.

Для любой сущности можно поставить в соответствие содержание и объем. Содержанием сущности является совокупность характеризующих ее существенных признаков, подразумевающих (определяющих) данную сущность. Объем сущности составляет совокупность или множество предметов, объектов или явлений, которые охвачены этой сущностью. Со времени Аристотеля признаки понятий принято делить на 5 классов. Для сущностей будет использоваться класс Род

(genus) или родовой признак, который есть понятие класса, в который вводится другое рассматриваемое понятие.

Чувственный образ представляется множеством вершин и взвешенных связей между ними. Каждая вершина описывается атрибутами сущности (рис. 2):

- имя описываемой вершины-сущности;
- предусловие;
- постусловие;
- список имен вершин-сущностей нижнего уровня (содержание);
- список имен (названий) вершин-сущностей верхнего уровня;
- список имен (названий) вершин-сущностей рода (объем);
- множество представлений о ситуациях, активизирующих вершину-сущность.

Имя описываемой вершины-сущности. Может выступать в роли определяющего вершину-сущность элемента. Имя обеспечивает уникальность обозначения описания рассматриваемой сущности и представляет собой набор символов, представляющих уникальную комбинацию [17].

Предусловие для текущей (рассматриваемой) вершины-

сущности является описанием ситуации при которой вершина, соответствующая текущей сущности, будет активной [17].

Постусловие для текущей (рассматриваемой) вершины-сущности. Является признаком активизации, свидетельствующим о переходе вершины-сущности, которая рассматривается, в активное состояние [17].

Список имен нижнего уровня – содержание для текущей вершины-сущности. Содержит названия вершин-сущностей, которые определяют рассматриваемую вершину-сущность.

Список имен верхнего уровня для анализируемой вершины-сущности. Состоит из имен вершин-сущностей, которые определяются рассматриваемой вершиной [17].

Список имен (названий) рода для текущей (рассматриваемой) вершины. Содержит все имена вершин, которые охвачены рассматриваемой вершиной. Является объемом вершины-сущности.

Для развития ОТС используются концепты-представления, которые являются обобщенными чувственными образами разных предметов и явлений. Они являются более высокими по степени абстрактности, по сравнению с действительностью через конкретно-чувственные образы. Концепты-представления отражают множество наиболее наглядных, ярких внешних признаков предмета или явления. Данные концепты создаются в формате интегрированного подхода к представлению знаний. Структура концепт-представления имеет следующий вид:

- Имя концепта-представления,
- ПРДУ – ПредУсловия. Множество существенных и отделяемых признаков представления,
- ПСТУ – ПостУсловия. Признак активизации вершины-сущности (концепта-представления),

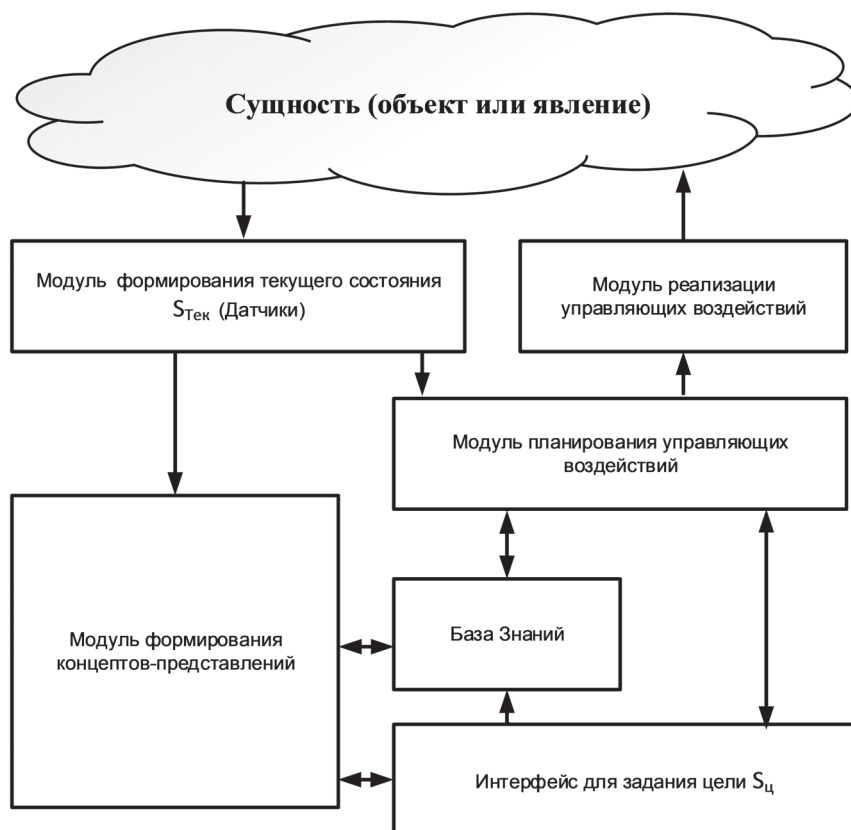


Рис. 3. Модули ОТС для формирования и использования концептов-представлений

- Содержание концепта-представления – множество существенных признаков представления,

- СПИМ-ВУ – список имен верхнего уровня,

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

Для формирования и использования концептов-представлений в задачах целенаправленного поведения в ОТС необходимы модули, представленные на рис. 3.

В модуле формирования текущего состояния $S_{тек}$, как и в ОТС с использованием чувственного образа действительности, происходит прием значений признаков из различных источников (датчиков, программных приложений) и их преобразование в единое информационное пространство ОТС. $S_{тек}$ представляет собой чувственный образ и поступает в модуль формирования

концептов представлений для выявления существенных признаков. Выявление существенных признаков происходит следующим образом: из базы знаний извлекается концепт-представление для чувственного образа $S_{тек}$ и используется как текущее множество существенных признаков. Из чувственного образа признаки сравниваются с текущим множеством существенных признаков рассматриваемого концепта-представления. Если признаки чувственного образа совпадают с существенными признаками множества существенных признаков, то концепт-представление перезаписывается в БЗ. Если чувственный образ содержит не все существенные признаки текущего множества существенных признаков концепта-представления, то отсутствующие существенные признаки помечаются как кандидаты на удаление из числа существенных признаков, после опре-

деленного числа повторений такой ситуации. Сформированные концепты-представления заносятся в базу знаний для хранения и использования, например, при планировании. Хранящиеся в БЗ концепты-представления могут редактироваться через интерфейс для задания цели $S_{ц}$.

Описания $S_{тек}$ используются для выявления признаков, текущие значения которых отличаются от требуемых в модуле планирования управляющих воздействий. Требуемое для планирования состояние задается через интерфейс. С момента поступления $S_{ц}$ начинается решение задачи. Управляющие воздействия формируются в модуле для их планирования, а исполнение осуществляется с помощью модуля реализации управляющих воздействий.

4. Демо-пример формирования БЗ концептов-представлений

Для ОТС, представленной на рис.3, сформирован пример для описания телефона в формате чувственного образа. Все ситуации этого чувственного образа – телефона, фиксируются в модуле формирования $S_{тек}$. Если описание образа телефона встретилось впервые, то оно без изменений перепиывается в БЗ, как концепт-представление для телефона, т.е. первично сформированный концепт-представление является чувственным образом без изменений. В дальнейшем это описание концепта будет называться текущим множеством существенных признаков для телефона.

Если образ телефона появляется повторно, то его описание анализируется в модуле формирования концептов-представлений. Для этого из базы знаний извлекается текущее множество существенных признаков для телефона, а из модуля формирования

Таблица 1

имя чувственного образа	имя признака	значение
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	цвет красный	да
	есть диктофон	да

Таблица 2

имя чувственного образа	имя признака	значение
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	есть камера	да
	есть диктофон	да
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	есть розетка для подключения	да
	есть база	да
	есть дисплей	да
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	цвет черный	да
	стандарт 1G	да
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	цвет белый	да
	стандарт 2G	да
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	есть камера	да
	есть вспышка	да
	стандарт 3G	да

$S_{тек}$ — описание чувственного образа телефона. Происходит сравнение множества существенных признаков для концепта-представления телефона с признаками чувственного образа телефона из $S_{тек}$.

Если все существенные признаки концепта-представления совпали с соответствующими

Рис. 4. Окно для ввода чувственного образа телефона

признаками чувственного образа, то концепт-представление передается в БЗ без изменений.

Если же чувственный образ отличается от хранимого в БЗ, то отсутствующие существенные признаки помечаются как кандидаты на удаление из числа существенных признаков.

Весовые коэффициенты у помеченных признаков начинают уменьшаться, а после достижения заданного нижнего уровня (это происходит после определенного числа повторений такой ситуации), данный признак удаляется из числа существенных признаков описания концепта-представления [17,18,19,20].

Чувственный образ телефона для первой ситуации будет выглядеть как в табл. 1.

Содержание чувственного образа телефона для последующих ситуаций представлено в табл. 2.

Пример ввода признаков чувственного образа телефона для первой ситуации показан на рис. 4.

С вводом нового образа телефона происходит изменение его представления до формирования обобщенного описания телефона. На рис. 5 показано обобщенное представление телефона в виде фрагмента базы знаний.

Заключение

Рассмотренная кибернетическая система, использующая интегрированный подход к описанию действительности и когнитивный подход к мыш-

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<base>
  <prototype name="телефон" comments="аппарат для связи">
    <PRDU>
      <element name="есть_мкф_наушник" ODZname="да" w="1" />
      <element name="наличие_НН" ODZname="да" w="1" />
    </PRDU>
    <PSTU>
      <element name="млф" ODZname="да" w="1" />
    </PSTU>
  </prototype>
  <prototype name="АТС" comments="станция млф">
    <PRDU>
      <element name="телефон" ODZname="да" w="1" />
    </PRDU>
  </prototype>
</base>
```

Рис. 5. Фрагмент базы знаний с обобщенным представлением образа телефона

лению человека, позволяет решать несложные задачи целенаправленного поведения. Использование системой когнитивного подхода к представлению, формализации сведений о действительности включает несколько этапов. На первом этапе система только познает мир и ей все видится с помощью конкретно-чувственных образов.

На следующем этапе система выполняет обобщение сведений о действительности

путем формирования концептов-представлений. Они хранятся в базе знаний системы.

Для развития когнитивного подхода модули интеллектуальной системы должны не только формировать концепты-представления, но и уметь их использовать для сокращения объемов перерабатываемой информации при принятии решений, для выхода из незапланированных ситуаций. С этой целью целесообразно использовать управляющие воз-

действия (команды), которые могут быть спланированными и реализованными без изменений. В дальнейшем можно будет формировать обобщенные представления команд. В этом случае потребуется их перевод в конкретный, исполняемый вид. Эффективность применения данного подхода [22] будет зависеть от степени обобщения (перехода к конкретным) не только воспринимаемых предметов и явлений, но и действий над ними.

Литература

1. Анфилов В.С., Емельянов А.А. (ред.), Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002.
2. Кузнецов О.П. Когнитивная семантика и искусственный интеллект // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 4. С. 32-42.
3. Трэмбач В.М., Когнитивный подход к созданию интеллектуальных модулей организационно-технических систем // Открытое образование. 2017. № 2. С. 78-87.
4. Голенков В.В., Гулякина Н.А. Принципы построения массовой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS2011): материалы I Междунар. научн.техн. конф. Минск: БГУИР. 2011. С. 21-58.
5. Dirk Krafzig, Karl Banke, and Dirk Slama. Enterprise SOA. Prentice Hall, 2005.
6. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. М.: Эдиториал УРСС. 2002. 352 с.
7. Тельнов Ю.Ф. Модель многоагентной системы реализации информационно-образовательного пространства // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24-27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. Т. 1. Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. С. 334-343.
8. Трэмбач В.М. Многоагентная система для решения зада целенаправленного поведения. // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ 2014 (24-27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. Т. 1. Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. С. 344-353.
9. Тельнов Ю.Ф., Данилов А.В., Казаков В.А. Программная реализация информацион-

References

1. Anfilatov V.S., Emel'yanov A.A. (ed.), Kuku-shkin A.A. Sistemnyy analiz v upravlenii: Ucheb. posobie. Moscow: Finansy i statistika, 2002. (In Russ.)
2. Kuznetsov O.P. Kognitivnaya semantika i iskusstvennyy intellekt. Iskustvennyy intellekt i prinyatie resheniy. 2012. No.4. P. 32-42. (In Russ.)
3. Trembach V.M., Kognitivnyy podkhod k sozdaniyu intellektual'nykh moduley organizatsionno-tekhnicheskikh sistem. Otkrytoe obrazovanie. 2017. No. 2. P. 78-87 (In Russ.)
4. Golenkov V.V., Gulyakina N.A. Printsipy postroeniya massovoy semanticheskoy tekhnologii komponentnogo proektirovaniya intellektual'nykh sistem. Otkrytye semanticheskie tekhnologii proektirovaniya intellektual'nykh sistem = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS2011): materialy I Mezhdunar. nauchn. tekhn. konf. Minsk: BGUIR. 2011. P. 21-58. (In Russ.)
5. Dirk Krafzig, Karl Banke, and Dirk Slama. Enterprise SOA. Prentice Hall, 2005.
6. Tarasov V.B. Ot mnogoagentnykh sistem k intellektual'nym organizatsiyam: filosofiya, psikhologiya, informatika. Moscow: Editorial URSS. 2002. 352 p. (In Russ.)
7. Tel'nov Yu.F. Model' mnogoagentnoy sistemy realizatsii informatsionno-obrazovatel'nogo prostranstva. Chetyrnadtsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII-2014 (24-27 September 2014, Kazan', Russia): Trudy konferentsii. Vol.1. Kazan': Izd-vo RITs «Shkola», 2014. P. 334-343. (In Russ.)
8. Trembach V.M. Mnogoagentnaya sistema dlya resheniya zad tselenapravlennoogo povedeniya.. Chetyrnadtsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII 2014 (24-27 September 2014, Kazan', Russia): Trudy konferentsii. Vol. 1. Kazan': Izd-vo RITs «Shkola», 2014. P. 344-353. (In Russ.)
9. Tel'nov Yu.F., Danilov A.V., Kazakov V.A. Programmnaya realizatsiya informatsionno-

но-образовательного пространства на основе многоагентной технологии и онтологического подхода // Открытое образование. 2015. № 6. С. 73–82.

10. Кузнецов О.П. О концептуальной семантике // Искусственный интеллект и принятие решений. 2014. № 3. С. 32–42.

11. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology*, 1975. 104. P. 192–233.

12. Lakoff J. *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. Chicago. University of Chicago Press, 1987.

13. Лапаева Л.Г., Быченков О.А., Рогаткин Д.А. Нейробиология, понятийные категории языка и элементарная модель мира робота // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ 2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия): Труды конференции. Т. 2. Смоленск: Универсум, 2016. С. 292–300.

14. Чудова Н.В. Концептуальное описание картины мира в задачах моделирования поведения // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 2.

15. 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.

16. Челпанов В.Г. Учебник логики М.: Научная Библиотека, 2010. 128 с.

17. Трембач В.М. Решение задач управления в организационно-технических системах с использованием эволюционирующих знаний: монография. М.: МЭСИ, 2010. 236 с.

18. Саттон Р.С. Барто Э.Г. Обучение с подкреплением. пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 399 с.

19. Гаврилова Т. А., Кудрявцев Д. В., Муромцев Д. И. Инженерия знаний. Модели и методы: Учебник. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 324 с.

20. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учеб. пособие М.: Финансы и статистика. 2010. 432 с.

21. Рыбина Г.В., Паронджанов С.С. Технология построения динамических интеллектуальных систем: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. 240 с.

22. Солодов А.А., Солодова Е.А. Анализ динамических характеристик случайных воздействий в когнитивных системах // Открытое образование. № 1. 2017. С. 4–13.

obrazovatel'nogo prostranstva na osnove mnogoagentnoy tekhnologii i ontologicheskogo podkhoda. *Otkrytoe obrazovanie*. 2015. No. 6. P. 73–82. (In Russ.)

10. Kuznetsov O.P. O kontseptual'noy semantike. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy*. 2014. No. 3. P. 32–42. (In Russ.)

11. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology*, 1975. 104. P. 192–233.

12. Lakoff J. *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. Chicago. University of Chicago Press, 1987.

13. Lapaeva L.G., Bychenkov O.A., Rogatkin D.A. Neyrobiologiya, ponyatiynye kategorii yazyka i elementarnaya model' mira robota. *Pyatnadsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII 2016* (3–7 October 2016, Smolensk, Russia): *Trudy konferentsii*. Vol. 2. Smolensk: Universum, 2016. P. 292–300. (In Russ.)

14. Chudova N.V. Kontseptual'noe opisanie kartiny mira v zadachakh modelirovaniya povedeniya. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy*. 2012. No. 2. (In Russ.)

15. 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.)

16. Chelpanov V.G. *Uchebnik logiki* Moscow: Nauchnaya Biblioteka, 2010. 128 p. (In Russ.)

17. Trembach V.M. *Reshenie zadach upravleniya v organizatsionno-tekhnicheskikh sistemakh s ispol'zovaniem evolyutsioniruyushchikh znaniy: monografiya*. Moscow: MESI, 2010. 236 p. (In Russ.)

18. Sutton R.S. Barto E.G. *Obuchenie s podкреплением*. Tr. from Eng. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2011. 399 p. (In Russ.)

19. Gavrilova T. A., Kudryavtsev D. V., Muromtsev D. I. *Inzheneriya znaniy. Modeli i metody: Uchebnik*. Saint Petersburg: Izdatel'stvo «Lan'», 2016. 324 P. (In Russ.)

20. Rybina G.V. *Osnovy postroeniya intellektual'nykh sistem: ucheb. posobie* Moscow: Finansy i statistika. 2010. 432 p. (In Russ.)

21. Rybina G.V., Parondzhanov p.S. *Tekhnologiya postroeniya dinamicheskikh intellektual'nykh sistem: Uchebnoe posobie*. Moscow: NIYaU MIFI, 2011. 240 p. (In Russ.)

22. Solodov A.A., Solodova E.A. *Analiz dinamicheskikh kharakteristik sluchaynykh vozddeystviy v kognitivnykh sistemakh*. *Otkrytoe obrazovanie*. No. 1. 2017. P. 4–13 (In Russ.)

Сведения об авторе

Василий Михайлович Трембач

К.т.н., доцент, доцент кафедры 304
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) «МАИ»,
Москва, Россия
Эл. почта: trembach@yandex.ru
Тел.: 8 910 402 7104

Information about the authors

Vasiliy M. Trembach

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Associate Professor of the Department 304
Moscow Aviation Institute,
Moscow, Russia
E-mail: trembach@yandex.ru
Tel.: 8 910 402 7104

Самоорганизующиеся экспертные среды в образовательных проектах*

Цель исследования. Целью исследования является проблема формирования модели знаний специалиста с высшим образованием, являющейся частью образовательного проекта. Ее актуальность связана необходимостью адекватного ответа в современных условиях системы высшего образования на усиление динамики научно-технического прогресса и переходом к экономике информационных взаимодействий.

Материалы и методы. Информационную базу исследования составили законы об образовании, действующие Российской Федерации, образовательные стандарты высшего профессионального образования, публикации ученых по исследуемой проблематике. В работе использовались методы: системного анализа, теории активных систем, теории рефлексивного управления, моделирования.

Результаты. В процессе исследования выполнен анализ последствий вступления России в Болонскую конвенцию по вопросам образования. Показано, что это породило проблему эффективности и качества подготовки специалистов, а также проблему интеграции вузов в новую социально-экономическую систему, связанной с их адаптацией к рыночным отношениям. В соответствии с принципом институциональной автономии основная ответственность за их решение лежит на университетах. Показано, что способом решения указанных проблем является переход вузов на проектно-технологический тип организации своей деятельности. Наиболее перспективной формой управления образовательным проектом является модель информационного взаимодействия в рамках активных саморазвивающихся сетевых экспертных сред. Элементарной частью такой среды является эксперт-профессионал, владеющий современными телекоммуникационными технологиями, средствами Интернета. Интеграция в сетевую структуру естественных интеллектов образует коллективный стратегический субъект, который является средством синергии знаний и действий в процессе взаимодействия. Разработана структура активной саморазвивающейся сетевой экспертной среды и два принципа ее функционирования как активной мультиагентной системы при формировании модели знаний специалиста. Построение модели знаний специалиста предложено рассматривать в контексте с корпоративными стратегиями управления знаниями

в организациях для повышения конкурентоспособности, так как создаваемые системы поддержки жизненного цикла знаний организации и целостной модели знаний специалиста используются для интеграции стратегических корпоративных задач со стратегическими задачами развития корпоративного знания сотрудников. Специалист в них рассматривается как элемент производственной системы предприятия, назначение которого придать продукту предприятия, заданные количественные и качественные параметры, обеспечивающие его конкурентные преимущества. Для осуществления производственной деятельности специалист использует комплекс способностей, знаний и умений, которые следует рассматривать как модели его производственно-технологической деятельности. В каждый момент этот комплекс следует рассматривать как субъективную модель его производственно-технологической деятельности. Это создает основу для процесса саморазвития университета через вовлечение на базе сетевых технологий продвинутых потребителей в инновационный процесс совершенствования образовательных услуг, получения идей или контента путем обращения к их креативным способностям в обмен на вознаграждение, соответствующее вкладу. Предложена система, обеспечивающая направление поиска решений и идей, а также фильтрацию, обобщение информации, определение ее ценности и перспективности. Показано, что способом повышения качества решений по образовательному проекту является синтез технологий краудсорсинга, сетевой экспертизы и методологии теории активных систем.

Выводы. Предлагаемый подход позволяет рассматривать процесс извлечения новых идей и знаний при формировании модели знаний специалиста как активную систему с неоднородными агентами со встречным способом сообщения информации и активным воздействием центра в форме запросов для получения рефлексивных оценок и позволяет обеспечить взаимодействие университетов и организации при управлении их интеллектуальным капиталом.

Ключевые слова: образовательный проект, модель знаний, активная система, система образования, согласованное управление, самоорганизующиеся экспертные среды, экспертиза.

Gennadiy P. Vinogradov, Vladimir N. Kuznetsov

Tver state technical University, Tver, Russia

Self-organizing expert communities in educational projects

Purpose of the study. The purpose of the study is the problem of forming a knowledge model of a specialist with higher education that is a part of an educational project. Its relevance is related to the need for an adequate response to strengthening the scientific and technological progress dynamics and the transition to the information interactions economy in the current conditions of the higher education system.

Materials and methods. The information base of the research includes the laws on education of the Russian Federation, educational standards of higher professional education, scientists' publications on the issues under investigation. The study used the following methods: system analysis, active systems theory, reflexive control theory, and modeling.

Results. The research analyzes the consequences of Russia's entry into the Bologna Convention on education. It shows that this event caused the problem of efficiency and quality of training specialists, as well as the problem of integrating higher education institutions into a new social and economic system related to their adaptation to market relations. According to the principle of institutional autonomy, solution of these problems is the responsibility of universities. The paper shows that the way to solve these problems is to transfer universities to a design and technological type of administration. The most promising form of education project management is the model of information interaction within the framework of active self-developing network

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 170100728.

expert environments. The elementary part of such an environment is an expert professional, who owns modern telecommunication technologies and Internet means. Integration in the natural intelligence network structure forms a collective strategic subject, which is a tool of a knowledge and action synergy in the interaction process.

The paper describes the developed structure of the active self-developing network expert environment and two principles of its functioning as an active multi-agent system when forming a specialist knowledge model. It is proposed to consider the construction of specialist's knowledge model in the context of corporate knowledge management strategies in organizations to increase competitiveness, as the established support systems for organization knowledge lifecycle and specialist's integral knowledge model are used to integrate strategic corporate tasks with strategic tasks of developing employees' corporate knowledge. They consider a specialist as an element of a company production system. His purpose is to give a product specified quantitative and qualitative parameters that ensure its competitive advantages. To carry out production activities, a specialist uses a complex of abilities, knowledge and skills that should be considered as models of his production and technological activities. At each moment, this complex should be considered as a subjective model of its production and technological

activity. This creates a basis for a university self-development process by involving advanced consumers using network technologies in the innovative process of improving educational services, receiving ideas or content by referring to their creative abilities in exchange for a reward that corresponds to a contribution.

The paper proposes a system that provides a direction for finding solutions and ideas, as well as filtering, summarizing information, determining its value and prospects. It is shown that the method of improving the quality of solutions on an educational project is the synthesis of crowdsourcing technologies, network expertise and the methodology of the active systems theory.

Conclusions. The proposed approach allows considering the process of extracting new ideas and knowledge when forming a specialist's knowledge model as an active system with heterogeneous agents with a counter way of sharing information and active influence of the center in the form of queries to obtain reflexive estimates. It also allows ensuring the interaction of universities and an organization in managing their intellectual capital.

Keywords: educational project, knowledge model, active system, educational system, consistent management, self-organizing expert communities, expertise.

Введение

Вступление России в Бонлонскую конвенцию породило проблему эффективности и качества подготовки специалистов, а также проблеме интеграции вузов в новую социально-экономическую систему страны. В соответствии с принципом институциональной автономии основная ответственность за их решение лежит на университетах [1]. Способ решения — переход вузов на проектно-технологический тип организации своей деятельности. Актуальность работ, связанных образовательными проектами, обусловлена также динамикой научно-технического прогресса и переходом к экономике информационных взаимодействий [2, 15, 16].

Образовательный процесс как цикл научно-педагогической деятельности включает в себя четыре основные фазы: проектирование модели знаний специалиста и модели организации учебного процесса; исследование моделей и определение их полезности; реализация моделей, включающая оформление результатов и их самооценку; рефлексию результатов. Форма представления модели знаний — учебный план специальности, удовлетворяющий требованиям ГОС

ВПО, а также — региональной и вузовской образовательной политике.

Проблеме проектирования модели знаний специалиста посвящено большое количество работ, соответствующая библиография приведена в [3–5, 17, 18]. Тем не менее, проблема остается актуальной. Система подготовки кадров отстает от потребностей населения, промышленности и т.д. [1]. Это связано с тем, что источник изменений в социально-экономической системе страны и регионов вследствие специфики вузовской системы находится вне университетов.

Задача мониторинга наблюдаемых и будущих источников, вызывающих эволюцию социально-экономических систем, в эпоху высоких темпов смены парадигм развития является достаточно сложной. Соответствующая предметная область является, слабоструктурированной, характеризуется большой неопределенностью и, основное, распределенностью знаний между их носителями [6]. Поэтому задачу проектирования модели знаний следует решать, как задачу коллективного принятия решений на множестве согласованных компромиссных вариантов учебных планов подготовки специалистов [7].

1. Принципы создания и применения систем управления образовательными проектами

Образовательная организация университет создается для удовлетворения потребности личности в высшем образовании и потребностей общества и государства в квалифицированных специалистах путем оказания образовательных услуг. Наиболее перспективной формой управления образовательным проектом является модель информационного взаимодействия в рамках активных саморазвивающихся сетевых экспертных сред [2]. Такая среда содержит в себе множество экспертов, являющихся профессионалами в соответствующей области. Их коммуникативное взаимодействие обеспечивается соответствующими информационными технологиями и средствами Интернета. Это, в свою очередь, создает основу образования за счет синергетического эффекта в процессе сетевого взаимодействия экспертов-профессионалов коллективного стратегического субъекта, являющегося носителем согласованных представлений и знаний о модели знаний и компетенций специалиста. Структура активной самораз-

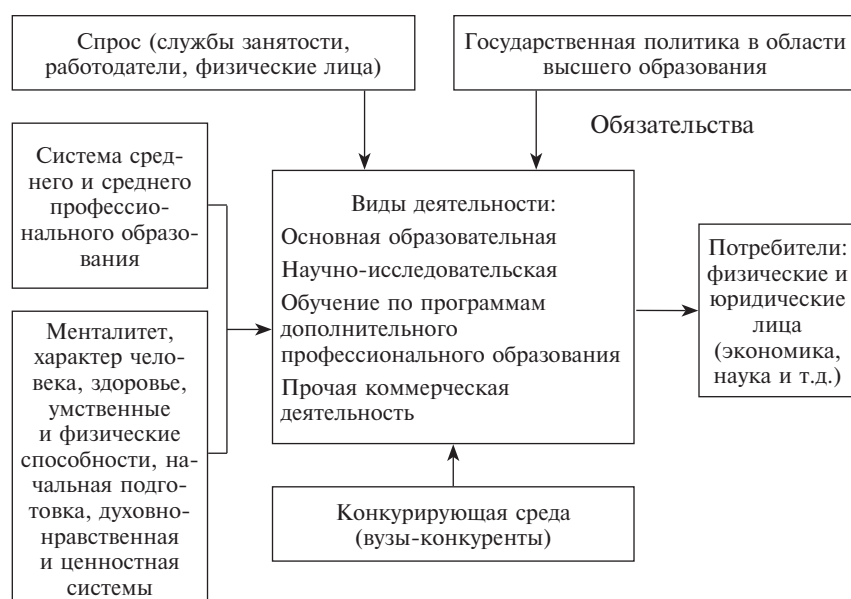


Рис. 1. Структура деятельности университета

вивающейся сетевой экспертной среды должна учитывать, как минимум, два принципа.

1. *Принцип активного внешнего окружения.* Основными элементами внешней среды для университета являются образовательные учреждения среднего образования, потребители образовательных услуг и вузы-конкуренты на рынке образовательных услуг. Поэтому для обеспечения баланса между внутренней и внешней деятельности университета его надо рассматривать как активную мультиагентную систему (рис. 1).

Такой подход к структуризации окружения университета позволяет схеме на рис.1 поставить в соответствие двухуровневую активную мультиагентную систему. Одной из возможностей повышения эффективности этой системы является анализ потребностей у потребителей в образовательных услугах. Соответственно и потребитель должен обладать знанием о возможностях университетов. Это создает предпосылки определения согласованных желаемых состояний в пространстве показателей, как у потребителей образовательных услуг, так и университета, позволяет выбрать направле-

ние и способы их достижения за счет, прежде всего, определения согласованного перечня компетенций, знаний, умений, навыков, структуры и содержания передаваемого знания. Такой способ трансляции знания позволяет не только адаптироваться к требованиям рынка образовательных услуг, но и диверсифицировать его.

2. *Принцип коалиции.* Этот принцип предполагает создание в соответствии с субъектно-ориентированным подходом активной самоорганизующейся экспертной среды и структуры системы междисциплинарных исследований. Структура включает центр междисциплинарных и трансдисциплинарных исследований управления образовательными проектами. В него входят представители различных научных направлений и руководитель междисциплинарных и трансдисциплинарных исследований по управлению образовательными проектами. Состав группы исследования и построения моделей управления образовательными проектами формируется с использованием математики теории активных систем и информационной технологии согласования. Центр рассматривается как

коалиция по разработке методики исследований по формированию содержания образовательных проектов.

2. Механизм самоорганизации сетевых экспертных систем в задаче управления эволюцией модели знаний специалиста

Построение модели знаний специалиста надо рассматриваться в контексте с корпоративными стратегиями управления знаниями для повышения конкурентоспособности организации. Создаваемые системы поддержки жизненного цикла знаний организации и целостной модели знаний специалиста используются для интеграции стратегических корпоративных задач со стратегическими задачами развития корпоративного знания сотрудников. Специалист рассматривается как элемент производственной системы предприятия, назначение которого придать продукту предприятия, заданные количественные и качественные параметры, обеспечивающие его конкурентные преимущества. Для осуществления производственной деятельности специалист использует комплекс способностей, знаний и умений, которые следует рассматривать как модели его производственно-технологической деятельности. В каждый момент этот комплекс следует рассматривать как субъективную модель его производственно-технологической деятельности [8]. Управление знаниями специалиста — это способ извлекать прибыль путем повышения эффективности и качества его поведения при решении производственных задач. Поведение специалиста в организации определяется: 1) его ожиданиями в удовлетворении потребностей, как личности; 2) его качествами как личности и специалиста, часть которых формируется под влиянием де-

тельности; 3) оценкой результатов его деятельности организацией и своей субъективной оценкой. В деятельности проявляются явные и неявные индикаторы поведения, данные о которых содержатся в результатах деятельности. Применяемые способы действия и наблюдаемая их эффективность, получаемые результаты содержат информацию о паттерне его поведения. Моделирование паттернов поведения с трех позиций рассмотрено в работе [9]. Рассогласование между фактической и требуемой моделью знаний определяют требования к инвестициям в систему знаний организации и соответственно к целевым показателям образовательного процесса университета. Сетевые технологии создают механизм для выявления требований к качеству и структуре образовательных услуг, определения направления их развития. Они являются базой для формирования информационного обеспечения инновационного процесса трансформации модели знаний и компетенций специалиста, что создает основу для процесса саморазвития университета. Важной составляющей эирнр процесса является система, обеспечивающая направление поиска решений и идей для

принятия решений по формированию модели специалиста. В основу ее создания должен быть положен синтез технологий краудсорсинга, сетевой экспертизы и методологии теории активных систем (рис. 2).

Предлагаемый подход позволяет рассматривать процесс извлечения новых идей и знаний как активную систему с неоднородными агентами со встречным способом сообщения информации и активным воздействием центра в форме запросов для получения рефлексивных оценок [10, 11].

Обмен информацией между центром и экспертами представляет собой интерактивный и итерационный процесс. Средства краудсорсинга в этом случае используются для предварительной обработки поступающей от экспертов информации, заключающейся в фильтрации, выделении признаков, семантической кластеризации, построение онтологий и т.п. Обработка направлена на ускорение процесса построения согласованной модели выбора в сетевой экспертизе и ее трансляции в окружение системы за счет применения средств интеллектуального анализа данных. Центр дорабатывает семантическую кластеризацию и онтологию предметной области

формирует модель специалиста, выполняет оценку согласованности различных вариантов решения, разрабатывает на их основе свой вариант, выполняет его оценку. Для ее согласования центр формирует запросы и сообщает экспертам свой вариант решения. Обмен информацией центра с экспертами будет продолжаться до тех пор, пока не будет получен вариант согласованного решения. Способы описания структуры представлений субъектов активного окружения, условия идентичности, регулярности, правильности, различий в информированности субъектов, а также условия существования динамического информационного равновесия, модели согласования представлений в процессе коммуникации приведены в [6, 11].

3. Рефлексивное согласованное управление образовательным проектом

Достижение цели проекта предполагает формирование согласованного решения о модели компетенций и знаний, закрепление его в форме убеждений у студентов, методов, средствах формирования у них креативного мышления и способов действия в типовых ситуациях. Решение этой задачи состоит в активизации всех видов рефлексивного мышления у участников проекта. До выбора решения необходимо получить информацию о возможных альтернативах (например, в виде ряда ранжирования вариантов решения). Необходимыми условиями для их формирования являются информационные действия, выполняемые согласно разработанной Р. Бендлером и Р. Дитлсом модели ТОТЕ [12]. С помощью этой модели можно описывать и формировать психические и поведенческие программы человека по достижению цели с помощью разнообразных средств. Модели

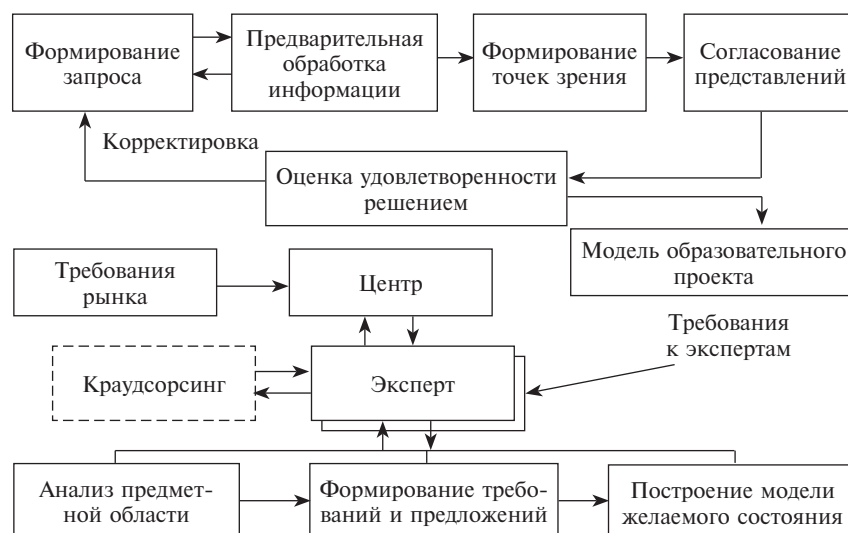


Рис. 2. Формирование согласованных представлений об образовательном проекте

описания с использованием понятия ТОТЕ очень хорошо формализуются с помощью структурного программирования и могут успешно быть описаны с помощью алгоритмов.

Поведение агентов участников проекта определяется их моделью субъективных представлений, связывающей состояние окружающей среды агента, способы его действия и получаемый при этом результат (материальный или духовный). При планировании своего поведения агенты прогнозируют состояние окружающей среды, возможные результаты, их ценность, способ действия. При оценке результата своего поведения агенты контролируют и оценивают выполненные ими действия, полученные при этом результаты, его ценность и ценность всего поведения. Эти оценки формируют состояния удовлетворенности и убежденности. Удовлетворенность представляет интегральное чувство или эмоцию. Оно определяется совокупностью конкретных, частных чувств и эмоций от полученного результата или возможности его получения. В процессе поведения агентом решаются задачи. Задача — это желаемый результат, к которому агент стремится в течение некоторого времени и для достижения которого агент разбивает задачу на последовательность этапов. На каждом этапе k происходит продвижение к решению задачи, в процессе которого ожидаемая ценность промежуточного результата (целевая функция $f(y_j[k])$) монотонно возрастает по его итогам. Соответствующий алгоритм состоит из следующих шагов [13].

1. Постановка задачи принятия решений, $k = 0$.
2. $k = k + 1$.
3. Поиск способа действия $y_j[k]$.
4. Оценка целевой функции $f(y_j[k])$.
5. Оценка удовлетворенности:

6. Если « $o'key$ », то задача решена и остановка процесса поиска. В противном случае — продолжение поиска решения и переход к п.2.

Здесь: $f(o'key)[k]$ — функция удовлетворенности; $s[k]$ — функция затрат поиска (психологические, временные, материальные и т.д.) выпукло монотонно возрастает по k ; $f(o'key)[k] = \max\{f(y_j[k]) - s[k] | k \in K\}$ — условие удовлетворенности.

Введем формальное описание гипотезы рационального поведения эксперта $y(o'key) = \text{Argmax}\{f(y_j[k]) - s[k] | k \in K\}$.

Решение проблемы моделирования эксперт может осуществлять индивидуально или в составе группы принятия решений, в которую входят целеустремленный центр и другие целеустремленные агенты. В первом случае он выбирает такое решение проблемы, которое его удовлетворяет или проявляет стремление получить оптимальный результат. При этом он должен быть убежден в возможности его получения. Во втором случае целеустремленные агенты выбирают решение проблемы, которое удовлетворяет всех целеустремленных агентов, и все они убеждены в этом (оценка решений). Оптимальное решение проблемы ищется в ходе согласованной оптимизации удовлетворительных решений проблемы. Измерение значений функций принадлежности элементов нечетких множеств (например, идеалов или целей), которые являются мерами интенсивностей удовлетворенности и убежденности целеустремленного агента (эксперта) осуществляется с помощью лингвистических и репрезентативных переменных, критериев и целей. Для оценки степени согласованности решений используется алгоритм линейной свертки с коэффициентами значимости.

При согласованности решений участников, как и в методах экспертных оценок, набор критериев конкретных j -х участников сопоставляется с опытом в «эксперименте». Рассмотрим некоторую цель и соответствующий ей критерий $k(w)$. Выполним ее декомпозицию, получим дерево целей второго уровня и соответствующее ему дерево критериев:

$$\mu_D(k(w)) = \sum_{i=1}^n a_i(k(w)) \times \mu_{G_i}(k(w)) + \sum_{j=1}^m \beta_j(k(w)) \times \mu_{C_j}(k(w)),$$

где: a_i, β_j — коэффициенты значимости критериев, для которых справедливо

$$\sum_{i=1}^n a_i(k(w)) \times \mu_{G_i}(k(w)) + \sum_{j=1}^m \beta_j(k(w)) \times \mu_{C_j}(k(w)) = 1.$$

Здесь выполняется отображение функций принадлежности субъективных идеалов и целей целеустремленных агентов. Определение функции принадлежности идеала и цели выполняется с помощью объединений, пересечений и их комбинаций нечетких множеств идеалов, целей и ограничений второго, третьего (и т.д.) уровней.

Рассмотрим цели в виде объединений нечетких множеств на каждом уровне [9]. Уровней может быть несколько. Для простоты рассмотрим два уровня. Пусть на втором уровне находятся m целей. Определим $\mu_D(w) = \bigcap_j \mu_{G_j}(w)$, или с учетом коэффициентов значимости $\mu_D(w) = \bigcap_j a_j \mu_{G_j}(w)$, тогда

$$\mu_D(w) = \mu\left(\bigcap_j a_j \mu_{G_j}(w)\right) = \min\{a_j \mu_{G_j}(w)\}.$$

На следующем уровне имеем несколько целей G_{ij} , $i = 1, \dots, n$, $j = 1, \dots, m$.

$$\left(\mu_D(w) = \bigcup_i^n a_i \left(\bigcap_j^m a_{ij} \mu_{G_{ij}}(w) \right) \right),$$

$$\mu_D(w) = \bigcap_i^n a_i \left(a_{ij} \bigcup_j^m \mu_{G_{ij}}(w) \right),$$

$$\mu(A \vee B) = \oplus(\mu_a, \mu_b) = \max\{\mu_a, \mu_b\},$$

$$\mu(A \wedge B) = \otimes(\mu_a, \mu_b) = \min\{\mu_a, \mu_b\}.$$

Свертка частных показателей в комплексную оценку выполняется методами сетевого программирования, в основе которых лежит представление целевой функции и ограничений задачи в виде суперпозиции более простых функций [14]. Если эксперт удовлетворен полученным решением и полученным образом в виде ТОТЕ, убежден в этом и согласен с этим, то он переходит к формированию следующего ТОТЕ, т.е. к следующей части образовательного проекта в соответствии с иерархической структурой множества формирующихся ТОТЕ. В противном случае вся процедура повторяется. При этом для согласования информации сознательного и бессознательного эксперта должна применяться информационная технология согласования.

Для описания группового поведения экспертов при неформальном и формальном общении применена модель постоянного обновления знаний *IWRA* [12]. *I* означает индивидуальные вклады каждого эксперта в решение общей задачи (*W*), основанные на озарении, интуиции и знаниях с различными ценностями и способностями. Эксперты за счет коммуникативного взаимодействия вырабатывают согласованное представление о ситуации выбора, определяют направление продвижения к субъективно понимаемому идеалу, вырабатывают коррективы (*A*) в организацию и разработку способов действия для достижения общей цели.

4. Принятие согласованных решений в задаче формирования модели знаний и компетенций специалиста

Для целей формального анализа функционирования самоорганизующейся экспертной системы (рис. 1) будем рассматривать ее модель, состоящей из центра междисциплинарных исследований и экспертов (агентов). Определим функциональные задачи центра в соответствии с [11]:

1. Формирование согласованного восприятия состояния о корпоративных стратегиях по управлению знаниями в организациях и о возможности университета участия в их реализации;

2. Формирование согласованного представления о структуре и содержании образовательных услуг в ситуации целеустремленного состояния;

3. Определение и согласование целей выживания и развития университета на основе согласованных представлений;

4. Разработка согласованного управления, учитывающего интересы университета и потребителей образовательных услуг;

5. Оптимизация обобщенных показателей эффективности функционирования системы.

Пусть *u* — управление центра (вариант учебного плана и перечня компетенций), а *v* = (*v*₁, *v*₂, ..., *v*_{*n*}) — вектор управлений агентов (информационные сообщения экспертов). Решение последних двух задач может быть записано следующим образом:

$$(u, v) \in \Omega, \quad (1)$$

где Ω — множество управлений, которые переводят систему в одно из состояний множества X^* ($X^* \subseteq X$ — область желаемых состояний системы).

Определение управлений (1) может быть выполнено на основе некоторой совокупнос-

ти предположений о поведении и характере информированности агентов системы:

1. центр может сформулировать желаемое состояние системы в виде некоторого набора обобщенных показателей, которые являются функциями параметров сообщений агентов. Конкретные зависимости центру в общем случае неизвестны, но для их определения он может использовать информацию о результатах, полученных конкурентами в данном сегменте рынка, и результаты сетевой экспертизы. Такое предположительное знание будем называть представлениями центра о состоянии системы знаний организации, возможностей и направлении развития образовательной системы;

2. на основе сообщений агентов и представлений о желаемых состояниях центр может определить управление (план действий и информационный запрос) $u \in U$ и сообщает его агентам;

3. при известном управлении *u* *i*-й агент выбирает свое управление $v_i \in V_i(u_i)$, которое переводит его в состояние $y_i \in Y_i$, где Y_i — множество возможных состояний. Будем считать, что агенты взаимозависимы по выбору своих состояний. То есть они при выборе учитывают глобальные ограничения Y^{21} . Следовательно, согласно условию (1) система может находиться в одном из следующих состояний $Y = Y^{21} \cap \bigcap_{i=1}^n Y_i$.

Здесь $\bigcap_{i=1}^n Y_i$ — это множество, определяемое локальными ограничениями, известными экспертам.

1. пусть поведение агента соответствует гипотезе рационального поведения. Тогда выбор сообщения агента будет сделан так, чтобы максимизировать свой субъективно понимаемый критерий эффективности $G_i(u, v_i)$;

2. центр, в общем случае, только приблизительно зна-

ет пространство управлений и критерии эффективности агентов, поэтому он должен для создания представлений о желаемых состояниях агентов организовать с ними обмен информацией. Для этого он запрашивает у агентов оценки качества своих представлений u и желаемых состояний y_i , уточняет их интересы в окрестности полученного решения в обмен на стимулирование за получения встречной информации;

3. получив новую информацию, центр пересчитывает решение и задает новые вопросы агентам до тех пор, пока не будет получено точное или близкое к нему решение.

Эти предположения позволяют сформулировать задачу определения центром множества вариантов модели специалиста как его множество допустимых управлений

$$U^0 = \left\{ u \in U \mid V(u) = \prod_{i=1}^n V_i(u) \neq \emptyset, \right. \\ \left. (u, v) \in \Omega, \forall v \in R(u) = \prod_{i=1}^n R_i(u) \right\}, \quad (2)$$

где $R_i(u) = \text{Arg max}_{v_i \in V_i(u)} G_i(u, v_i)$.

Пусть состояния удовлетворенности и убежденности от полученного варианта модели знаний и компетенций специалиста оценивается центром критерием эффективности $F(u, v)$, тогда он может формировать такой вариант сообщений экспертам, который является для него оптимальным гарантирующим управлением $u^0 \in U^0$, определяемым как

$$F^0 = \sup_{u \in U^0} \inf_{v \in R(u)} F(u, v) \quad (3)$$

Общность интересов центра и агентов гарантируется условием получения суммарной выгоды

$$\sum_{i=1}^n (u_i, v_i) + F^0 \leq C(\bar{Y}) \quad (4)$$

где $\bar{Y}$ — предполагаемая прибыль от развития системы знаний организации, $C(\cdot)$ — фонд

материального поощрения или фонд оплаты труда экспертов.

Следовательно, рассматриваемая система является системой с не противоположными интересами, поскольку величина получаемого дохода является величиной, зависящей от их суммарных усилий. Выбор согласованного представления о модели знаний и компетенций специалиста необходимо в таком случае осуществлять на множестве компромиссных вариантов. Поскольку цель согласования состоит в достижении суммарного выигрыша, и он может быть получен путем сообщения достоверной информации и совместным решением проблем, что является гарантией сходимости процедуры обмена данными.

Структура и содержание сообщений эксперта определяется путем решения следующей задачи. Каждый i -й агент строит модель объекта управления, описывая его уровнем затрат y_i^{ex} , уровнем выпуска y_i^{exx} и набором способов действия z_i , с помощью которых агент гарантирует выпуск продукции и услуг требуемого ассортимента и качества. Способы действия z_i определяются его компетенциями, знаниями и опытом. Тогда рассматриваемое множество возможных состояний i -го агента определяется следующим образом

$$Y_i = \left\{ y_i \mid \bar{y}_i^{ex} \leq y_i^{ex} \leq \bar{y}_i^{ex}, \right. \\ \left. y_i^{exx} = w_i^y(y_i^{ex}, z_i) \in Y_i^{exx}, z_i \in Z_i \right\} \quad (5)$$

Задача (1–5) определения модели знаний и компетенция следует рассматривать как задачу поиска максимина со связанными ограничениями.

Так как при определении способа действия i -й агент решает свою локально оптимальную задачу, то $y_i^{exx} = w_i^*(y_i^{ex}, z_i) \in Y_i^{exx}$ следует рассматривать как модель представления агента о функционировании объекта управления. Следовательно,

$$Y_i^* = \left\{ y_i \mid \bar{y}_i^{ex} \leq y_i^{ex} \leq \bar{y}_i^{ex}, \right. \\ \left. y_i^{exx} = w_i^y(y_i^{ex}, z_i) \in Y_i^{exx}, z_i \in Z_i \right\}$$

можно рассматривать как субъективные представления агента о множестве возможных состояний, которые он может сообщать центру. Очевидно, оно определяется его знанием, опытом и корпоративными стратегиями своего развития.

Центр формирует собственное представление о развитии системы знаний корпораций и организаций в виде, учитывая общегосударственные интересы

$$Y_i^* = \left\{ y_i \mid \bar{y}_i^{ex} \leq y_i^{ex} \leq \bar{y}_i^{ex}, \right. \\ \left. y_i^{exx} = w_i^y(y_i^{ex}, z_i) \in Y_i^{exx}, z_i \in Z_i \right\}$$

Стремление организаций к росту своей эффективности и конкурентно способности позволяет гарантировать выполнение гипотезы о достижении центром полной информированности о возможностях, желаемых состояниях системы знаний агентов с точностью до параметров. То есть центр получает всю необходимую информацией о моделях компетенций и знаний специалистов от агентов, но не знает их выбор. В работе [19] показано, центр на основе этого знания, рассматривает управление $u^0 \in U^0$, а агент делает только одно информационное сообщение путем выбора своего состояния y_i и управления v_i из множества $B_i(u_i) = Y_i(u_i) \cap Y_i$, максимизируя значение своей целевой функции

$$G_i(u_i, v_i) \xrightarrow{v_i \in B_i(u_i)} \max. \quad (6)$$

Следовательно, центр имеет результат выбора всех агентов принадлежащих множеству $R(D)$, где $D = Y^{ex} \cap \prod_{i=1}^n B_i(u_i)$ множество возможных состояний всей системы. Изменяя управление $u = \{u_i, i = \overline{1, n}\}$, центр может проигрывать возможные сценарии поведения системы.

5. Алгоритм построения агентом множества возможных сообщений

Агент, определяя направление своего развития путем анализа своих возможностей и тенденций динамики рынка, может при сообщении центром варианта модели компетенций и знаний u_k определять для себя путем решения задачи (6) такой вектор представлений о модели знаний $x_k^{(h)}$, который позволяет расширить множество $X_k^{(h)}$ представлений центра о его потребностях, где h — шаг итерационного процесса [20]. Обозначим через $\omega_k = \{\omega_k^{(h)}, h = \overline{1, H}\} \in A_k$ — вектор параметров расширения множества возможных состояний модели знаний организации. Очевидно, что он будет определять значения вектора $x_k^{(h)} = \{x_{kj}^{(h)}, j = \overline{1, m_k}\} \in X_k^{(h)}$. Следовательно, этот вектор описывает знание агента возможностей развития системы знаний организации. Здесь A_k — множество возможных значений вектора состояния. Будем считать, что агент обладает способностями, которые гарантируют существование $\Psi_k : A_k \rightarrow X_k^{(h)}$. То есть он способен изменять свою систему знаний в интересах организации.

Доступный агенту уровень знаний о требованиях рынка к объему и качеству производимых им продукции и услуг делают справедливым предположение о существовании для k -го агента предельного множества параметров состояния A_k .

Обозначим через $O_k^* = \{o_k^* | o_k^*(x_k), x_k \in X_k^{(h)}(\omega_k^{(h)}), \omega_k^{(h)} \in A_k\}$ — множество достижимости или множество предельных возможностей. В соответствии с гипотезой локально оптимального поведения агента он за счет своих креативных способностей, способности к самообучению и поиску новой информации при соответствующем стимулирующем воздействии способен определять такие состояния $\omega_k^{(1)} \in A_k$ и $\omega_k^{(2)} \in A_k$, что возможно $\omega_k^{(2)} \succ \omega_k^{(1)}$, где символ $\succ$ означает «более значимо» и при этом $X_k^{(1)}(\omega_k^{(1)}) \subseteq X_k^{(2)}(\omega_k^{(2)})$. Следовательно, существует такая последовательность $\omega_k^{(1)}, \omega_k^{(2)}, \omega_k^{(3)}, \dots$, что $\lim_{h \rightarrow \infty} o_k^{(h)}(x_k^{(h)}(\omega_k^{(h)})) = O_k^*$. Это гарантирует сообщение агентом центру достоверной информации о требованиях к модели компетенций и знаний специалиста. Способность агента формировать расширяющееся множество вариантов модели знаний и компетенций следует из следующих свойств его целевой функции агента:

$$\begin{aligned} \forall \omega_k^{(1)}, \omega_k^{(2)} \in A_k, \omega_k^{(2)} \succ \omega_k^{(1)}, \\ X_k^{(1)}(\omega_k^{(1)}) \subseteq X_k^{(2)}(\omega_k^{(2)}) \mapsto \\ \mapsto E\varphi_k(x_k^{(2)}) > E\varphi_k(x_k^{(1)}). \end{aligned}$$

Это условие определяет мотивацию и целеустремленность агента. То есть при превышении некоторого порога изменения оценки ценности ситуации целеустремленного состояния по результату $\Delta = E\varphi_k(x_k^{(2)}) - E\varphi_k(x_k^{(1)})$, агент способен идентифицировать предпочтительные способы

действия и видит возможности от изменения структуры своих знаний.

Заключение

Описана попытка проведения междисциплинарных исследований управления образовательными проектами с применением трансдисциплинарного подхода. В процессе исследований применены современные подходы теории активных систем, психологии, нейролингвистического программирования, управления в социальных и экономических системах. Рассмотрена проблема исследования рефлексивных процессов управления формированием модели знаний и компетенций, являющейся важнейшей частью образовательных проектов особенно по новым перспективным направлениям, у которых нет аналогов. Ее решение связывается с задачами управления, как личностным знанием экспертов, так и корпоративными стратегиями управления системой знаний организации. Эксперты рассматриваются как носители нового знания, получаемого в процессе активных научных исследований. Показано, что формирование модели знаний и компетенций специалиста в условиях неопределенной и слабоструктурированной информации заключается в реализации последовательных процедур согласования представлений производителей и потребителей образовательных услуг.

Литература

1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Образовательный проект (методология образовательной деятельности). М.: Эгвес, 2004. 120 с.
2. Виноградов Г.П., Виноградова Н.Г. Самоорганизующиеся сетевые экспертные среды в системах с эндогенным принципом целеуказания // Онтология проектирования. 2016. Т. 6. № 1(19). С. 36-54. DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-1-39-54.

References

1. Novikov A.M., Novikov D.A. Obrazovatel'nyy proekt (metodologiya obrazovatel'noy deyatel'nosti). Moscow: Egves, 2004. 120 p. (In Russ.)
2. Vinogradov G.P., Vinogradova N.G. Samoorganizuyushchiesya setevye ekspertnye sredy v sistemakh s endogennym printsipom tseleukazaniya. Ontologiya proektirovaniya. 2016. Vol. 6. No. 1 (19). P. 36-54. DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-1-39-54. (In Russ.)

3. Найханова Л.В., Дамбаева С.В. Методы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности: Монография. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. 164 с.
4. Доррер Г.А., Рудакова Г.М., Горбаченко И.М. Вероятностная модель процесса интерактивного обучения // Открытое образование. № 2. 2001.
5. Леднев В.С. Содержание образования. Сущность, структура, перспективы. М.: Высшая школа, 1991. 224 с.
6. Кузнецов В.Н. Методология согласования в экономических информационных системах: дис. на соискание ученой степени д.т.н. по специальности 05.13.10. «Управление в социальных и экономических системах». М., 1998. 309 с.
7. Виноградов Г.П., Виноградова Н.Г. Эволюционные модели для систем с эндогенно формируемыми целями. Гибридные и синергетические системы: материалы III Всероссийской Пospelовской конференции с международным участием (6-11 июня 2016 г., Светлогорск, Калининградская область). Калининград: Из-во БФУ им. Канта, 2016. С. 316–324.
8. Vinogradov G.P. A Subjective Rational Choice. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series 803 (2017) 012176 DOI: 10.1088/1742–6506/803/1/012176.
9. G.P. Vinogradov, N.G. Vinogradova. Building a model of an intelligent agent activity modes. Advances in Computer Science Research (ACSR). Vol. 72. 2017. P. 461-464. Published by Atlantis Press. Series: Advances in Computer Science Research.
10. Сетевая экспертиза. 2-е изд. / Под ред. Новикова Д.А., Райкова А.Н.. М.: Эгвес, 2011. 166 с.
11. Виноградов Г. П., Ивашкин Ю. А. Моделирование переговорных процессов в высокотехнологичных производственных системах. // Системы управления, связи и безопасности. № 2. 2016. С. 202–248. URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-02/08-Vinogradov.pdf>
12. Бендлер Р. Руководство по изменению личности. М.: Эксмо, 2010. 208 с.
13. Виноградов Г.П. Кузнецов В.Н., Бурдо Г.Б. Возможностная оптимизация в целеустремленных системах. Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции в 3-х томах. Т.1 Смоленск: Универсум, 2016. С. 239–247.
14. Моисеев, Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. 488 с.
15. Vinogradov G.P. Decision-Making by robot-agents with endogenous aims. Нечеткие системы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности: Монография. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. 164 p. (In Russ.)
4. Dorrer G.A., Rudakova G.M., Gorbachenko I.M. Veroyatnostnaya model' protsessa interaktivnogo obucheniya. Otkrytoe obrazovanie. No. 2. 2001. (In Russ.)
5. Lednev V.S. Soderzhanie obrazovaniya. Sushchnost', struktura, perspektivy. Moscow: Vysshaya shkola, 1991. 224 p. (In Russ.)
6. Kuznetsov V.N. Metodologiya soglasovaniya v ekonomicheskikh informatsionnykh sistemakh: dis. na soiskanie uchenoy stepeni d.t.n. po spetsial'nosti 05.13.10. «Upravlenie v sotsial'nykh i ekonomicheskikh sistemakh». Moscow, 1998. 309 p. (In Russ.)
7. Vinogradov G.P., Vinogradova N.G. Evolyutsionnye modeli dlya sistem s endogenno formiruemymi tselyami. Gibridnye i sinergeticheskie sistemy: materialy III Vserossiyskoy Pospelovskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (6-11 June 2016, Svetlogorsk, Kaliningradskaya oblast'). Kaliningrad: Iz-vo BFU im. Kanta, 2016. P. 316–324. (In Russ.)
8. Vinogradov G.P. A Subjective Rational Choice. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series 803 (2017) 012176 DOI: 10.1088/1742–6506/803/1/012176.
9. G.P. Vinogradov, N.G. Vinogradova. Building a model of an intelligent agent activity modes. Advances in Computer Science Research (ACSR). Vol. 72. 2017. P. 461-464. Published by Atlantis Press. Series: Advances in Computer Science Research.
10. Setevaya ekspertiza. 2nd ed. Ed. Novikova D.A., Raykova A.N.. Moscow: Egves, 2011. 166 p. (In Russ.)
11. Vinogradov G. P., Ivashkin Yu. A. Modelirovanie peregovornyykh protsessov v vysokotekhnologichnykh proizvodstvennykh sistemakh. Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti. No.2. 2016. P. 202-248. URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-02/08-Vinogradov.pdf> (In Russ.)
12. Bendler R. Rukovodstvo po izmeneniyu lichnosti. Moscow: Eksmo, 2010. 208 p. (In Russ.)
13. Vinogradov G.P. Kuznetsov V.N., Burdo G.B. Vozmozhnostnaya optimizatsiya v tselestremlennykh sistemakh. Pyatnadsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII-2016 (3–7 October 2016, Smolensk, Russia). Trudy konferentsii v 3-kh tomakh. Vol. 1 Smolensk: Univer-sum, 2016. P. 239–247. (In Russ.)
14. Moiseev, N.N. Matematicheskie zadachi sistemnogo analiza. Moscow: Nauka. Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury, 1981. 488 p. (In Russ.)
15. Vinogradov G.P. Decision-Making by robot-agents with endogenous aims. Нечеткие системы и

и мягкие вычисления. Промышленные применения: сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической мультikonференции с международным участием «Прикладные информационные системы (ПИС-2017)» (Россия, г. Ульяновск, 29–31 мая, 2017 г.). Ульяновск, УлГТУ, 2017. С. 80–89.

16. Лобан А.В., Ловцов Д.А. Модель компьютерного обучения с использованием электронного образовательного ресурса нового поколения // Открытое образование. 2017. № 2. С. 47–55. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-2-47-55

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

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

19. Калянов Г.Н. Подготовка ИТ-консультантов в разрезе проблематики отечественного консалтинга // Открытое образование. 2017. № 2. С. 40–46. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-2-40-46

20. Виноградов Г.П., Виноградова Н.Г. Моделирование принятия субъективно рациональных решений // Программная инженерия: методы и технологии разработки информационно-вычислительных систем (ПИИВС-2016): сборник научных трудов I научно-практической конференции. 16–17 ноября 2016 г. Донецк, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», 2016. С. 151–158.

myagkie vychisleniya. Promyshlennyye primeneniya: sbornik nauchnykh trudov IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy mul'tikonferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Prikladnye informatsionnye sistemy (PIS-2017)» (Russia, Ul'yanovsk, 29–31 May, 2017). Ul'yanovsk, UIGTU, 2017. P. 80–89. (In Russ.)

16. Loban A.V., Lovtsov D.A. Model' komp'yuternogo obucheniya s ispol'zovaniem elektronno obrazovatel'nogo resursa novogo pokoleniya. Otkrytoe obrazovanie. 2017. No. 2. P. 47–55. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-2-47-55 (In Russ.)

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

18. Informatsionnye i telekommunikatsionnye tekhnologii v obrazovanii: Monografiya / Ed. B. Dendeva. Moscow: IITO YuNESKO, 2013. 320 p. (In Russ.)

19. Kalyanov G.N. Podgotovka IT-konsul'tantov v razreze problematiki otechestvennogo konsaltinga. Otkrytoe obrazovanie. 2017. No. 2. P. 40–46. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-2-40-46. (In Russ.)

20. Vinogradov G.P., Vinogradova N.G. Modelirovanie prinyatiya sub'ektivno ratsional'nykh resheniy. Programmnaya inzheneriya: metody i tekhnologii razrabotki informatsionno-vychislitel'nykh sistem (PIIVS-2016): sbornik nauchnykh trudov I nauchno-prakticheskoy konferentsii. 16–17 November 2016. Donetsk, GOU VPO «Donetskiy natsional'nyy tekhnicheskiiy universitet», 2016. P. 151–158. (In Russ.)

Сведения об авторах

Геннадий Павлович Виноградов

Д.т.н., доцент, профессор кафедры Информатики и прикладной математики ТГТУ, Тверь, Россия
Эл. почта: wgp272ng@mail.ru
Тел.: 8-980-641-92-79

Владимир Николаевич Кузнецов

Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Бухгалтерский учет и финансы» ТГТУ, Тверь, Россия
Эл. почта: ikuznetsova@zsto.ru

Information about the authors

Gennadiy P. Vinogradov

Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics TSTU, Tver, Russia
E-mail: wgp272ng@mail.ru
Tel.: 8-980-641-92-79

Vladimir N. Kuznetsov

Dr. Sci. (Engineering), Professor, Head of the Department «Accounting and Finance» TSTU, Tver, Russia
E-mail: ikuznetsova@zsto.r

Расчетные программы как дидактический генератор учебной дисциплины «Основы ракетно-космической техники»

В статье предложен новый метод преподавания дисциплины «Основы ракетно-космической техники», использующий специализированные расчетные программы как дидактический инструмент для формирования учебного материала как практических занятий, так и теоретического курса. Произведен краткий обзор учебной литературы по ракетно-космической технике, изданной за последние десятилетия. Обозначены организационно-методические проблемы, связанные с преподаванием дисциплины: определение объема и содержания излагаемого учебного материала, необходимость установления межпредметных связей, поиск задач, решение которых доводится «до числа». Произведен обзор педагогических технологий, а также требований, предъявляемых к современным дидактическим инструментам. На основании этого анализа сформулированы принципы построения разрабатываемого дидактического инструмента. Используется педагогическая технология с построением учебного процесса на опережающей основе, знания представляются в свернутом виде, реализуется совмещение процедур моделирования и анализа знаний. Визуализация знаний достигается при рассмотрении числовых примеров. В качестве психолого-педагогических приемов используются индуктивный синтез и дедуктивный анализ, а также формирование проблемных ситуаций. В практической реализации дидактического инструмента использованы три специализированные расчетные программы: TERRA (автор Б.Г. Трусов) — расчета химического и фазового равновесия многокомпонентных систем; RK1, TRIJ1 (автор Н.Н. Генералов) — определения проектно-конструктивных параметров одноступенчатой управляемой баллистической ракеты с жидкостным ракетным двигателем и расчета траектории выведения полезного груза одноступенчатой управляемой баллистической ракеты. Изучение дисциплины начинается с освоения интерфейса данных программ и выполнения тестового задания. Затем на лекциях и семинарах производится

развертывание знаниевого контента в семантическую сеть, компонентой связности которой являются исходные данные и результаты работы этих программ. Приводятся фрагменты такой сети. В зависимости от компоновочной схемы изделия обсуждаются возможные конструктивно-силовые схемы отсеков, характеристики используемых материалов и технологические способы изготовления. Значения летных характеристик ракеты связываются с уравнениями движения летательного аппарата, записанными относительно проектно-баллистических параметров. От рассчитанных термодинамических параметров двигательной установки можно перейти к изложению сведений по основам теории ракетных двигателей, составу и агрегатам пневмо-гидравлических систем. Подробно рассмотрен вопрос наддува топливных баков жидкостной ракеты, разработана формальная когнитивная карта предметного типа. Показаны примеры задач, сформулированные с использованием данных из программ TERRA, RK1 и TRIJ1, которые достаточно легко решаются и дают наглядные числовые результаты, не только визуализирующие, но и моделирующие знания. Представлен пример курсового домашнего задания, где решается традиционная для учебной литературы по ракетной технике задача — определение внутренних сил в корпусе ракеты. Использование результатов работы программ RK1 и TRIJ1 позволяет варьировать уровень сложности задания. Проведено сравнение предложенного нового метода преподавания дисциплины с традиционным подходом. Разработанный метод преподавания дисциплины «Основы ракетно-космической техники» внедрен в учебный процесс на факультете «Специальное машиностроение» МГТУ им. Н.Э.Баумана.

Ключевые слова: ракетно-космическая техника, расчетные программы, дидактический инструмент, моделирование знаний.

Konstantin P. Baslyk

Bauman Moscow State Technical University (National research university of technology), Moscow, Russia

Calculation programs as a didactic generator of the discipline “Fundamentals of rocket and space techniques”

A new method of teaching the subject “Fundamentals of rocket and space techniques” was suggested in the paper. This method is using the specialized calculation programs as a didactic tool for forming the educational material not only for practical training, but for the theoretical course too. A brief review of the educational literature on rocket and space techniques, published over the past decades was made. Organizational and methodological problems, associated with the teaching discipline are indicated: to define the educational material volume and content, the need to establish interdisciplinary connections, the search of tasks, which have numerical initial data and solution.

The overview of pedagogical technologies and the requirements for modern didactic tools is made. On the basis of this analysis the principles of developing a new didactic tool are formulated. The

educational technology with the educational process formation on the ahead basis is used. The knowledge is represented in a collapsed form. The combination of procedures for modeling and analysis of the knowledge is realized. The visualization of knowledge is achieved by considering of numerical illustration. The inductive synthesis and deductive analysis are used as psychological and pedagogical methods, as well as the formation of problematic situations.

Three specialized calculation programs are used in the implementation of this didactic tool. The programs are: TERRA (B.Trusov) — the calculation of chemical and phase equilibrium of multicomponent systems; RK1 (N.Generalov) — the calculation of flight characteristics and geometrical parameters of the single-stage ballistic missile with liquid rocket engine; TRIJ1 (N.Generalov) — the calculation of trajectory for leading out the payload of the single-stage ballistic missile.

The study of the subject begins with the programs interfaces studying and tests performing. After that, the content of programs TERRA, RK1 and TRIJ1 expands into semantic network in the lectures and seminars. The original data and the results of these programs are the connection component of the semantic network. Fragments of this semantic network is given in the paper. Possible constructive circuits of the compartments, the characteristics of materials and technological methods of manufacture are discussed depending on the layout scheme of the rocket. Values of flight characteristics of missiles associate with the equations of motion of the aircraft, formulated relative to the design-ballistic parameters. It is possible to go from the calculated thermodynamic parameters of the propulsion system to the presentation of information on the basics of the theory of rocket engines, composition and unit's air-hydraulic systems.

The problem of creating a pressurization of the fuel tanks of missile is discussed in detail. Formal cognitive card about the types

of pressurization of the fuel tanks was developed. There are tasks formulated with the use of data from programs TERRA, RK1 and TRIJ1 that are easily solved and give illustrative numerical results, not only visualizing, but also modeling of the knowledge. Course homework "determination of the internal forces in the body of the rocket" was developed. This is a classical task from educational literature on the rocketry. It is possible to vary the level of difficulty of that task with the results of programs RK1 and TRIJ1. A comparison of the proposed new method of teaching and traditional approach was made. The developed method of teaching the subject "Fundamentals of rocket and space techniques" is used in the educational process at "Special Engineering" Faculty of Bauman Moscow State Technical University.

Keywords: rocket and space techniques, calculation programs, didactic tool, knowledge modeling.

Введение

В учебных планах многих направлений и специальностей присутствует дисциплина «Основы ракетно-космической техники» (ОРКТ). На кафедре «Космические аппараты и ракеты-носители» (СМ-1) МГТУ им. Н.Э.Баумана традиционно преподавание ОРКТ базируется на материале учебного пособия В.И. Феодосьева «Основы техники ракетного полета» [1]. Курс рассчитан на два семестра учебных занятий, как правило, четвертый и пятый, состоит из лекций и лабораторных работ, и предполагает дальнейшее изучение ракетной и космической техники (РКТ) при освоении специальных дисциплин.

Среди других учебников по ОРКТ, выпущенных в конце 70-х — середине 80-х годов прошлого века, отметим следующих авторов: И.Н. Пенцак «Теория полета и конструкция баллистических ракет» [2], Н.И. Паничкин, Ю.В. Слепушкин, В.П. Шишкин, Н.А. Яцынин «Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов» [3]. Также это книги, составляющие серию «Ракетно-космический комплекс»: «Космодром» под общей редакцией А.П. Вольского, «Ракеты-носители» под общей редакцией С.О. Осипова и «Космические аппараты» под общей редакцией К.П. Феоктистова [4–6].

В это же время вышло первое из трех учебных пособий В.К. Карраска — «Двигательные установки (конспект лекций)» [7]. В конце 80-х годов были опубликованы «Проектирование конструкций летательных аппаратов (Выбор основных проектных решений и параметров)» [8] и «Проектирование конструкции космических летательных аппаратов» (в соавторстве с С.К. Шаевичем) [9]. Конечно, эти книги, прежде всего, по указанным в названии дисциплинам, но межпредметные связи между ними и ОРКТ настолько существенны, что граница весьма условна и, подчас, трудно определяема.

Межпредметные связи ОРКТ хорошо видны при знакомстве с учебным пособием О.М. Алифанова, Б.М. Панкратова, В.С. Хохулина «Летательные аппараты» [10], вышедшем в 1987 году. Наряду с такими разделами ОРКТ, как конструктивно-компоновочные схемы, двигательные установки (ДУ), системы и агрегаты, основы теории полета ЛА и КА, приводятся достаточно обширные сведения по предшествующим дисциплинам: механике жидкости и газа, физике Земли и ее атмосферы, теории подобия, теплопередаче. С другой стороны — предмет уходит в сторону основ проектирования и конструирования изделий.

Весьма полезной, на наш взгляд, при освоении ОРКТ

является книга Ю.Г. Сихарулидзе «Баллистика и наведение летательных аппаратов» [11], где помимо задач баллистического расчета, доведенных до разрешающих уравнений с указанием подходящего математического аппарата, освещены многие качественные вопросы, а также имеются обширные справочные данные по изделиям РКТ.

В приведенной библиографической справке охвачены, конечно, далеко не все имеющиеся и доступные читателю методические разработки. Практически каждый вуз, выпускающий специалистов по ракетной и космической технике, имеет свои традиции в их подготовке и отметил собственными учебниками и учебными пособиями.

Современные ракеты и космические аппараты серьезно отличаются от рассматриваемых в учебниках тридцатилетней давности: применены новые технические решения, материалы и технологии. Тем не менее, изучение ОРКТ целесообразно начинать с конструкций, характеристики которых подробно и исчерпывающе представлены в литературе, и могут быть самостоятельно верифицированы обучающимися.

Следует отметить, что расчеты, относящиеся к ЛА и КА, за исключением элементарных, являются достаточно трудоемкими и требуют серьезных временных затрат, но без рассмотрения задач, решение

которых доведено «до числа», невозможно освоение предметного содержания этой инженерной дисциплины.

Тогда могут быть сформулированы некоторые методические проблемы, сопровождающие преподавание ОРКТ:

- необходимость рационального подбора содержания и объема теоретического материала, излагаемого в курсе;

- поиск задач с числовыми исходными данными, наглядно и реалистично иллюстрирующих теорию;

- необходимость установления множества межпредметных связей.

В действующих образовательных программах для специальностей и направлений, где дисциплина ОРКТ не является основной, она часто оказывается отодвинутой на старшие курсы. Негативный момент здесь состоит в том, что первое знакомство с натурными образцами РКТ при выполнении лабораторных работ отодвигается на более поздний срок.

С другой стороны, студенты приступают к их изучению, уже прослушав обязательный предмет «Введение в специальность», а также другие дисциплины, имеющие отношение к ЛА и КА. Они более подготовлены и эрудированы по сравнению со студентами младших курсов, и уже обладают определенными знаниями в области теории полета, аэродинамики, термодинамики и теории управления.

Преодолеть обозначенные трудности преподавания ОРКТ позволяет реализация современных технологий обучения, создание и внедрение новых дидактических инструментов, а также использование приемов сжатия учебного материала.

Обзор современных педагогических технологий приводится в учебном пособии [12], где они классифицируются по различным признакам, в том

числе: по уровню применения (Г.К. Селевко), по научной концепции усвоения опыта, по типу взаимодействия «учитель-ученик», по типу организации и управления познавательной деятельностью (В.П. Беспалько), а также по основополагающим принципам построения учебного процесса.

Здесь следует выделить технологию с построением учебного процесса на опережающей основе. В самом деле, для студентов-старшекурсников при изучении ОРКТ вполне обоснованно увеличить удельный вес опережающих заданий, численных экспериментов, использования индуктивного метода при изложении учебного материала.

В монографии В.Э. Штейнберга [13] отмечен дидактико-инструментальный характер проблем при создании новых педагогических технологий, который состоит в трудности восприятия информации, передаваемой только в вербальной форме, недостаточной программируемости учебных действий при переработке материала, отсутствии дидактических инструментов, связывающих начальный эмпирический и завершающий теоретический этапы познания, а также дидактических инструментов аналитико-моделирующего типа.

Сформулированы требования, предъявляемые к современным дидактическим инструментам: многомерность, то есть объединение разнородных элементов знаний в систему, удобную для познавательной, аналитической и проектной деятельности; способность совместить процедуры моделирования и анализа знаний, то есть наличие смысловой и логической компоненты; реализация принципа инструментальности учебного процесса; выполнение функций каркаса, встраиваемого в знания, усваиваемого вместе с ними в процессе восприятия и фик-

сирующего наиболее важные, узловые моменты; наличие универсально-инвариантных свойств, то есть пригодность для широкого спектра задач; вывод обучаемого на режим самоорганизации и аутодиалога, то есть моделирование знаний в материализованной, визуальной и логически удобной форме для размышления и пользования ими. Должна быть также предусмотрена возможность свертывания – развертывания знаний в образы-модели и оперирование ими.

А.А. Добряковым в учебном пособии [14] излагаются принципы построения субъект-объектной педагогической технологии на основе специальных методик и дидактических средств, объединяющих предметное, психологическое и педагогическое содержание (логико-психолого-педагогические координаты), так, что при реализации учебного процесса вместе с традиционными нарабатываются различного рода внелогические знания, то есть знания, связанные с самим процессом мыслительной деятельности, а не с его конечными результатами.

Связь предметного и педагогического содержания может быть реализована, например, с использованием дидактически-структурированных обучающих программ; связь предметного и психологического содержания – путем использования методик индуктивного синтеза и дедуктивного анализа, а связь психологической и педагогической составляющей – созданием проблемных ситуаций: продуктивный уровень освоения предметного содержания дисциплины может быть достигнут при задействовании эмоционально-волевых психических функций в процессе функционального тренинга.

Таким образом, проведенный анализ особенностей ОРКТ показывает актуальность задачи разработки но-

Принципы построения дидактического инструмента

Педагогическая технология как основа	Реализуемая техника	Способ визуализации	Психолого-педагогические средства
Технология с построением учебного процесса на опережающей основе	Представление знаний в свернутом виде и последующее развертывание этих образов-моделей при обсуждении и анализе учебного материала; каркасы, встраиваемые в знания и фиксирующие основные моменты; совмещение процедур моделирования и анализа знаний	Рассмотрение числовых примеров	Индуктивный синтез и дедуктивный анализ; формирование проблемных ситуаций

вых дидактических инструментов и их внедрение в процесс преподавания этой учебной дисциплины. Для создания дидактических инструментов, отвечающих современным требованиям и соответствующих выявленным особенностям предмета, могут быть использованы психолого-педагогические разработки, представленные в работах [12–14].

Студентами, обучающимися на «ракетных» специальностях машиностроительного факультета МГТУ им. Н.Э. Баумана, широко используются имеющиеся на кафедре СМ-1 расчетные программы. Среди них выделим программу расчета химического и фазового равновесия многокомпонентных систем TERRA (автор Б.Г. Трусов) [15], программы определения проектно-конструктивных параметров ракет: RK1 и RK2, а также расчета траектории выведения полезного груза (ПГ) управляемой баллистической ракеты (УБР): TRIJ1 и TRIJ2 (автор Н.Н. Генералов) [16].

Самый простой путь – использовать их только для того, чтобы избежать проведения громоздких расчетов при выполнении курсовых работ, проектов и дипломов. Однако этим возможности программ далеко не исчерпываются: заложенные в них методы расчета и многочисленные результаты могут работать как дидактический инструмент, принципы построения которого приводятся в табл. 1.

Конечно, в настоящее время компьютерные програм-

мы повсеместно присутствуют в учебном процессе [17, 18], но они, главным образом, сопровождают теоретический материал и используются при проведении семинаров и лабораторных работ. В статье показано, как расчетные программы могут не только иллюстрировать, но и генерировать знания отдельной специальной дисциплины.

Описание разработанного дидактического инструмента, его возможности и реализация в учебном процессе

Несколько лет для студентов 8-го семестра специальности «Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники» кафедры «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов» автором читается дисциплина «Общее устройство ракет и космических аппаратов, часть 1», в рамках которой реализуется предлагаемый подход к изучению ОРКТ. Объем курса составляет 4 зачетные единицы и включает следующие виды учебных занятий: 51 час лекций, 17 часов практических занятий, 34 часа лабораторных работ, итоговая аттестация-экзамен. Программа курса состоит из трех модулей, предусмотрено три домашних задания, экзаменационная оценка выставляется по результатам выполнения модулей в семестре. Аудиторные занятия проводятся в учебном классе демонстрационного зала.

Первые занятия полностью следуют технологии построения учебного процесса на опережающей основе: студенты приглашаются в вычислительный центр, где им предлагается для различных вариантов задания повторить готовые расчеты жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) по программе TERRA, а также рассчитать проектно-конструктивные параметры и траекторию выведения ПГ одноступенчатой УБР по программам RK1 и TRIJ1. Таким образом, студенты освежают уже имеющиеся у них начальные знания по РКТ, что примерно равноценно проведению входного контроля по дисциплине, и сразу же, в начале семестра, осваивают достаточно простой интерфейс программ, которые могут ими использоваться в дальнейшем, вплоть до выполнения выпускной квалификационной работы.

В табл. 2 приводится пример типового расчета по программе RK1 расчета проектно-конструктивных параметров одноступенчатой УБР ЖРД.

Отметим, что программа RK1 работает в диалоговом режиме.

Конструктивная схема ракеты с обозначением основных геометрических размеров из табл. 1 представлена на рис. 1.

На рис. 1 обозначены: ЛГО, ЛПО, ЛМБО, ЛХО, – длина головного, приборного, межбакового, хвостового отсека соответственно; ЛбакаО, ЛбакаГ, – длина бака окислителя (бак А, передний) и бака горючего (бак Б, задний);

Структура исходных данных и результатов расчета по программе RK1

ВВЕДЕНЫ СЛЕДУЮЩИЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	** ПРОЕКТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ **
дальность максимальная – 2000.0 [км]	* масса стартовая – 12592.9 [кг]
масса полезного груза – 1000.0 [кг]	* масса конечная – 2337.2 [кг]
число блоков ГО – 1	* масса головного отсека – 1350.0 [кг]
давление в камере сгорания – 20.0 [МПа]	* тяга нулевая – 198.8 [Кн]
давление в выходном сечении – .080 [МПа]	* тяга пустотная – 214.8 [Кн]
расходный комплекс – 173.49 [сек]	* нагрузка на тягу – .621
показатель изоэнтропии – 1.145	* относительная конечная масса – .186
число двигателей в ДУ – 1	** Параметры конца активного участка **
плотность горючего – 786.0 [кг/куб.м]	* скорость V_k – 3872.4 [м/сек]
плотность окислителя – 1442.0 [кг/куб.м]	* угол траектории Teta – 38.96 [град.]
стехиометрическое соотношение – 3.06	* координата X_k – 118.5 [км]
коэффициент избытка окислителя – 1.00	* координата Y_k – 118.9 [км]
давление наддува бака А – .25 [МПа]	* время активного участка T_k – 148.2 [сек]
давление наддува бака Б – .25 [МПа]	** Габаритные размеры [м] **
относительный вылет днищ баков – .25	* диаметр – 1.300
ДУ закрытой схемы	* длина ракеты – 11.283
Управление рулевыми или поворотными двигателями	* длина ГО – 2.536
Полезный груз – специальный	* длина ПО – .926
Блок ГО – маневрирующий	* длина БА – 3.564
Нет межбакового отсека	* длина МБО – .000
Баки наддуваются горячим газом	* длина ББ – 2.662
Надув осуществляется от ГГ	* длина ХО – 1.595
Окислитель находится в баке А	** Параметры ДУ**
Есть отдельный приборный отсек	* удельный импульс нулевой – 2872.2 [м/сек]
Хвостовой отсек нормальной длины	* удельный импульс пустотный – 3103.8 [м/сек]
Стабилизаторы отсутствуют	* площадь критических сечений – .00607 [кв.м]
	* площадь среза сопел – .17610 [кв.м]
	* диаметр критич. сеч. одной камеры – .08791 [м]
	* диаметр среза сопла одной камеры – .47351 [м]

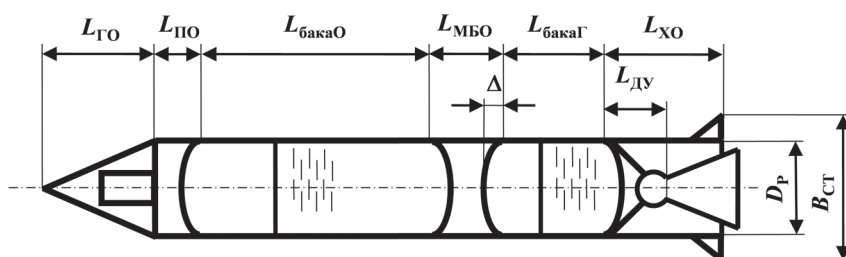


Рис. 1. Конструктивно-компоновочная схема одноступенчатой ракеты с обозначением основных геометрических размеров

D_p – диаметр ракеты; $B_{ст}$ – размах стабилизаторов; Δ – вылет днищ баков ($\Delta = 0,25 \cdot D_p$ для произведенного расчета); $L_{ду}$ – длина подвеса двигательной установки (до центра масс); в табл. 1 не приводится.

Далее, на лекциях и семинарах производится обзор и анализ исходных данных и получаемых в программе результатов расчета, то есть развертывание знаний, компактно представляемых компьютерной программой. Для некоторых разделов и отдельных воп-

росов курса ОРКТ эта связь представлена в табл. 3.

Отметим, что развертывание знаний, как это продемонстрировано в табл. 3, может быть осуществлено практически для любого исходного данного или результата расчета из табл. 2.

Отдельного рассмотрения и систематизации, на наш взгляд, заслуживает вопрос о способах создания наддува топливных баков. Для этого в табл. 4, которая предлагается студентам в виде раздаточного материала, устанавливается со-

ответствие запросов программы RK1 и сведений по системам наддува топливных баков [7, 20, 21].

Материал из табл. 4 представляет, согласно определению, приведенному в [14], формальную когнитивную карту предметного типа: основные сведения о видах и способах создания наддува представлены в сжатом виде и структурированы в соответствии с интерфейсом программы RK1.

С использованием исходных данных и результатов, приведенных в табл. 2–4, может быть сформулировано множество задач, не требующих сложных вычислений, но в то же время, дающих представление о количественных и качественных характеристиках ракеты. Приведем некоторые из них: определение коэффициента массового совершенства конструкции, определение стартовой нагрузки на мидель, определение коэффициента осевой перегрузки в конце АУТ, определение расхода компонентов топлива, расчет диаметра трубопроводов подачи горючего и окислителя в ДУ, расчет толщины стенки топливного бака.

Также могут быть сформулированы и более сложные задачи, такие как: оценка значения сжимающей силы в отсеках ракеты, стоящей на стартовой позиции непосредственно перед пуском; расчет коэффициента потерь пустотного удельного импульса спроектированной ракеты. Кратко приведем решение второй задачи.

Теоретическое значение пустотного удельного импульса может быть определено как

$$I_{уд.п} = K_{т.п} \cdot \beta, \quad (1)$$

где β – расходный комплекс; $K_{т.п}$ – коэффициент тяги в пустоте.

Подставив в формулу коэффициента тяги в пустоте [22] исходные данные из табл. 3, получим:

Таблица 3

Данные к расчетным программам и соответствующие разделы дисциплины ОРКТ

Исходные данные и результаты программ RK1 и TERRA	Логически привязываемые разделы курса
1. Маневрирующий головной отсек	Виды ПГ для УБР: MRV – неуправляемый одновременного разведения; MIRV – неуправляемый последовательного разведения; MARV – управляемый ПГ [11], [19]. Конструктивная схема ПГ УБР
2. Давление в камере сгорания (КС), давление в выходном сечении сопла	Конструктивная схема КС и сопла ЖРД, режимы работы сопла РД, газодинамическая степень расширения сопла. Оптимальные значения давления в КС для ДУ открытой и закрытой схемы
3. Расходный комплекс, показатель изоэнтропы	Формула расходного комплекса, удельная площадь сопла. Отличие изоэнтропического расширения газа от адиабатического. Формула для вычисления среднего значения изоэнтропы. Расходный комплекс и показатель изоэнтропы как характеристика топлива
4. Состав продуктов сгорания (ПС) топлива, температура ПС	Молекулярный состав ПС. Виды теплообмена в сопле ракетного двигателя. Температурное воздействие ПС на конструкцию ракеты
5. Число двигателей в ДУ. Двигательная установка открытой/закрытой схемы	Принципиальная пневмогидравлическая система (ПГС) ЖРД открытой и закрытой схемы для наиболее часто применяемых топливных пар. Элементный состав принципиальной ПГС
6. Окислитель находится в переднем баке	Конструктивно-силовая схема топливных баков, применяемые материалы. Технологические способы изготовления. Влияние размещения горючего и окислителя в баках на положение центра масс ракеты
7. Наличие/отсутствие стабилизаторов	Центр давления, статически устойчивый/неустойчивый ЛА. Приближенные формулы для вычисления а/д коэффициентов ЛА. Коэффициент подъемной силы стабилизаторов
8. Параметры конца активного участка траектории (АУТ), тяговые характеристики, проектно-баллистические параметры (ПБП) ЛА	Примерные значения параметров конца АУТ в зависимости от дальности доставки ПГ. Уравнения движения ЛА на АУТ в ПБП

Таблица 4

Виды и способы создания наддува топливных баков жидкостной ракеты

№	Газ наддува	Источник газа наддува	Механизм получения газа наддува	Надуваемые компоненты	Применение на ЛА, КА	Баки
Ответ на запрос в RK1: Баки надуваются горячим газом – НЕТ; Газ наддува хранится в баллонах – ДА						
(1)	He	Газ в баллоне	Редуктор давления	Любые	РБ «Бриз», РБ «Фрегат»	Г, О
	N ₂			Высококипящие	УР-200	Г-I, О-I
	Воздух			Высококипящие окислители	Р-16 ¹⁾	О-II
Ответ на запрос в RK-1: Баки надуваются горячим газом – ДА; Газ наддува хранится в баллонах – ДА						
(2)	He	Газ в баллоне	Редуктор, теплообменник	Любые	Сатурн-V	Г-III, О-III
	N ₂	Жидкость в баке	Насос, теплообменник-испаритель	Высококипящие, сам себя	Р-7	Г-I
Ответ на запрос в RK1: Баки надуваются горячим газом – ДА; Газ наддува хранится в баллонах – НЕТ						
(3)	O ₂	Компонент в баке	Насос, теплообменник-испаритель	Сам себя	Сатурн-V	О-II
	H ₂	Компонент в баке	Насос, теплообменник-испаритель	Сам себя	Сатурн-V	Г-II
	ПС ЖГГ	Основные компоненты	Насосы, ЖГГ	Компонент, поступающий в ЖГГ в избытке	УР-100	Г-I,II, О-I,II
	ПС ЖАД	Дополнит. компоненты	Вытеснение, ЖАД	Компонент, поступающий в ЖАД в избытке	Р-11	Г-I, О-I
	Пары Н ₂ О	Н ₂ О ₂	Вытеснение, разложение в ПГГ	Высококипящие окислители	Р-12	О-I
Другие виды наддува						
(4)	Воздух	Атмосфера	Заборное устройство, клапан	Высококипящие окислители	Р-16	О-I

Обозначения и сокращения: РБ – разгонный блок; Г – топливный бак горючего; О – топливный бак окислителя; ВАД – воздушный аккумулятор давления; ГГ – газогенератор; ЖГГ – жидкостной ГГ; ЖАД – жидкостной аккумулятор давления; ПГГ – паро-газогенератор. Виды наддува: (1) – холодный, ВАД; (2) – горячий, ВАД; (3) – горячий, от ГГ; (4) – аэродинамический. Давление наддува: для ДУ с турбонасосной системой подачи составляет 0,2-0,5 МПа; для ДУ с вытеснительной системой подачи 0,6-1,0 МПа.

¹⁾ На модификации Р-16У наддув бака окислителя II ступени (О-II) осуществлялся сжатым азотом.

$$K_{т.п} = \frac{2n_{из}}{\sqrt{n_{из}^2 - 1}} \times \left(\frac{2}{n_{из} + 1} \right)^{\frac{1}{n_{из}-1}} \sqrt{1 - \left(\frac{p_a}{p_k} \right)^{\frac{n_{из}-1}{n_{из}}}} \times \left[1 + \frac{n_{из}-1}{2n_{из}} \frac{\left(\frac{p_a}{p_k} \right)^{\frac{n_{из}-1}{n_{из}}}}{1 - \left(\frac{p_a}{p_k} \right)^{\frac{n_{из}-1}{n_{из}}}} \right] = \dots = 1,909. \quad (2)$$

Здесь $n_{из} = 1,145$ — показатель изоэнтропы; $p_k = 20$ МПа, $p_a = 0,08$ МПа — давление в КС и на срезе сопла соответственно.

Тогда теоретическое значение удельного импульса в пустоте составит:

$$I_{уд.п} = K_{т.п} \cdot \beta = 1,9094 \cdot 173,49 \cdot 9,81 = 3249,7 \text{ м/с}, \quad (3)$$

а коэффициент потерь удельного импульса будет равен

$$\varphi = \frac{I_{уд.п.д}}{I_{уд.п}} = \frac{3103,8}{3249,7} = 0,955. \quad (4)$$

Здесь $I_{уд.п.д} = 3103,8$ м/с — значение действительного пустотного удельного импульса ДУ спроектированной ракеты из табл. 2.

Полученное в формуле (4) значение коэффициента потерь соответствует характеристикам, приведенным в [22].

Остановимся на вопросе формирования проблемной ситуации. При использовании разработанного дидактического инструмента она может быть создана путем специального подбора исходных данных. Так, для примера, где в задании: дальность полета максимальная — 4000.0 км; масса полезного груза — 1500.0 кг; давление в КС и в выход-

ном сечении — 20/0,07 МПа — решение по программе RK1 для топливной пары с высокой энергетикой «керосин — кислород» получается сравнительно просто, для топливной пары «НДМГ — АТ» поиск решения требует значительных трудозатрат, а для топливной пары «НДМГ — АК-20» — получение решения невозможно.

Сжатие учебного материала при данном методе изложения, помимо простой экономии времени в связи с компактным представлением материала, достигается за счет построения семантической сети [23], компонентой связности которой являются сами исходные данные и результаты программ RK1, TRIJ1 и TERRA.

Приведем некоторые вопросы, которые могут быть рассмотрены при изучении программы расчета траекторных параметров TRIJ1, структура

Таблица 5

Структура исходных данных и результатов расчета по программе TRIJ1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ									
Стартовая масса	Относительная конечная масса	Стартовая нагрузка на тягу	Удельный импульс на Земле	Коэффициент увеличения тяги в пустоте	Диаметр мишеля	Длина головной части	Длина ракеты	Размах стабилизаторов	
[т]			[м/с]		[м]	[м]	[м]	[м]	
12.59	0.186	0.62	2872.2	1.1	1.30	2.54	11.28	1.30	
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА									
Время	Скорость	Высота	Угол тангажа	Угол атаки	Тяга	Продольная а/д сила	Поперечная а/д сила	Коэф-т осевой перегрузки	Коэф-т поперечной перегрузки
t	$V(t)$	$H(t)$	$Fi(t)$	$Al(t)$	$P(t)$	$X(t)$	$Y(t)$	$Nx(t)$	$Ny(t)$
	[м/с]	[км]	[гр]	[гр]	[кН]	[кН]	[кН]		
.00	.0	.00	90.0	.00	198.9	.0	.0	1.61	.000
.04	39.1	.12	90.0	.00	199.1	.2	.0	1.66	.000
.08	79.2	.47	89.2	-.64	199.7	.8	-.1	1.72	-.001
.12	122.5	1.06	81.9	-3.37	200.8	1.8	-1.7	1.79	-.016
.16	170.0	1.92	79.7	-1.05	202.2	3.2	-.8	1.85	-.008
.....									
.88	2675.5	82.95	41.8	2.87	214.9	.0	.0	6.14	.087
.92	3017.5	93.64	41.8	3.37	214.9	.0	.0	6.94	.111
.96	3412.2	105.64	41.8	3.70	214.9	.0	.0	7.97	.142
1.00	3876.5	119.21	41.8	3.88	214.9	.0	.0	9.37	.183
Дальность полета 2004.4 км; время работы ДУ – 148.0 сек. Параметры конца АУТ: координата – $X_k = 119.6$ [км]; координата – $Y_k = 118.1$ [км]; Угол наклона траектории к местному горизонту – 39.0 град.									

исходных данных и результаты расчета для которой представлены в табл. 5.

Рассмотрим угловое ускорение ракеты. Вычислив его значение с использованием разностных производных, студент действительно убедится в том, что баллистическая ракета – это слабоманевренный ЛА. Так, для участка программного разворота ракеты ($\bar{t} \in [0,04; 0,12]$) имеем:

$$\begin{aligned} \frac{d^2\varphi}{dt^2} &= \frac{\varphi_{i+1} - 2\varphi_i + \varphi_{i-1}}{\Delta t^2} = \\ &= \frac{81,9^\circ - 2 \cdot 89,2^\circ + 90,0^\circ}{(0,04 \cdot 148,0)^2} = \\ &= -0,185 \frac{\text{град}}{\text{с}^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Несложные вычисления по формуле (5) дают наглядный результат, а также предоставляют возможность шире развернуть знаниевый контент, связанный с этой характеристикой траектории. Здесь целесообразно произвести обзор программ полета различных ЛА, рассмотреть методику определения параметров программ полета [24] и накладываемые на них ограничения [11].

Также можно определить время вертикального подъема ракеты, радиальную и трансверсальную скорость, величину полного ускорения ЦМ ракеты и другие величины.

При помощи программ RK1 и TRIJ1 разработано курсовое домашнее задание на тему «Определение внутренних сил в корпусе одноступенчатой УБР ЖРД». В случае общей постановки это – достаточно трудоемкая задача [25], если приступить к ее решению, не имея предварительных наработок, таких как, скажем, процедуры интегрирования уравнений движения, определения массово-инерционных характеристик ракеты для произвольного момента времени АУТ и других вспомогательных процедур. Использование результатов расчета по RK1 и TRIJ1 позволяют существенно

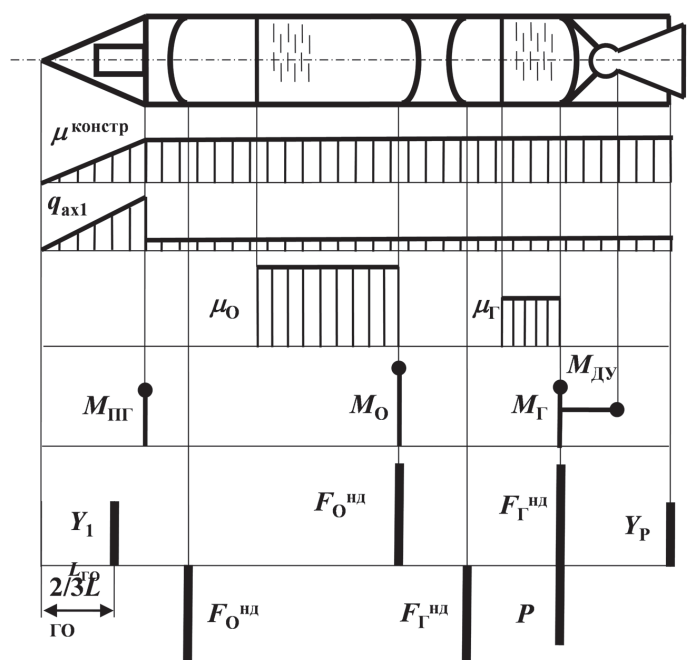


Рис. 2. Представление массово-инерционных характеристик и сил, действующих на ракету

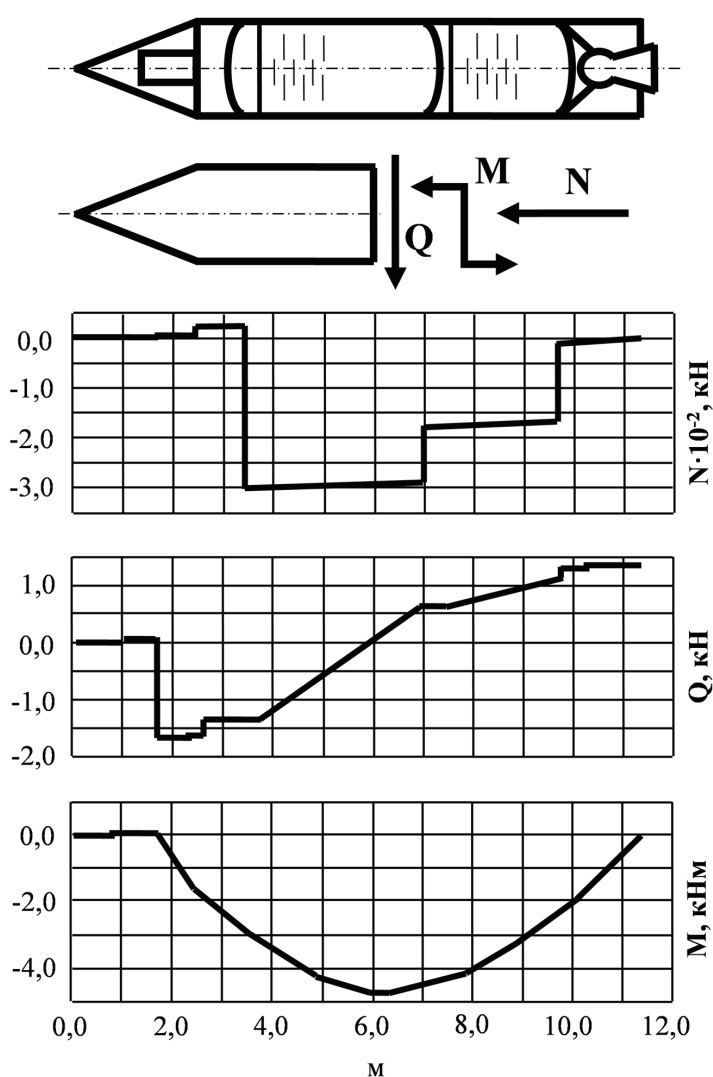


Рис. 3. Результаты расчета внутренних сил в корпусе одноступенчатой УБР ЖРД

упростить решение этой методически ценной задачи.

Массовые характеристики и действующие на ракету силы можно формализовать, как показано на рис. 2.

На рис. 2 обозначены: $\mu_{\text{констр}}$, μ_0 , μ_{Γ} — погонная масса корпуса, окислителя и горючего соответственно, кг/м; M_0 , M_{Γ} — представление компонентов топлива в виде сосредоточенных масс, кг — для построения продольной сжимающей силы; $M_{\text{пг}}$ — масса полезного груза, кг; $M_{\text{дв}}$ — масса двигательной установки, кг — координата точки подвеса не совпадает с координатой центра масс; q_{axl} — погонная продольная аэродинамическая сила, Н/м; поперечные сосредоточенные силы, Н: Y_l , Y_p — поперечная аэродинамическая сила и управляющая сила соответственно; $F_{0\text{нд}}$, $F_{\Gamma\text{нд}}$ — силы от давления наддува для баков окислителя и горючего соответственно; P — сила тяги ракетного двигателя.

Теперь, рассматривая движение ракеты в режиме стабилизации [26], и взяв значения необходимых траекторных параметров из табл. 5, достаточно просто определить как поперечные внутренние силовые факторы — перерезывающую силу (Q) и изгибающий момент (M), так и продольную сжимающую силу (N) в корпусе ракеты (рис. 3).

На рис. 3 представлены основные результаты для разработанного домашнего задания — эпюры внутренних сил N , Q и изгибающего момента M . В качестве исходных данных из табл. 5 взяты значения траекторных параметров для безразмерного момента времени $\bar{t} = 0,12$.

В представленном виде программа расчета, хотя и требует разработки таких процедур, как определение погонных массовых и силовых характеристик, аппроксимация продольной аэродинамической силы, определение координаты центра

масс ракеты и других, несложная, и может быть написана на любом алгоритмическом языке, которым владеют студенты.

Задание, благодаря возможности использования данных из RK1 и TRIJ1, обладает достаточной гибкостью. Оно может быть сделано еще более простым и не требовать построения эпюр, а ограничиться определением внутренних сил в отдельных сечениях ракеты, а может быть усложнено за счет уточнения аппроксимации массово-инерционных характеристик, поперечной аэродинамической силы, рассмотрения движения ракеты в режиме управления, то есть как твердого тела, а не материальной точки.

Заключение

В статье представлен новый дидактический инструмент, использующий технологию построения учебного процесса на опережающей основе. Знания представляются в свернутом виде, а роль каркаса, встроенного в этот контент, выполняют специализированные расчетные программы TERRA, RK1 и TRIJ1.

Разработанный дидактический инструмент предназначен для решения задач в определенной предметной области — преподавании дисциплины «Основы ракетно-космической техники» и не претендует на универсальность, но, в тоже время, удовлетворяет многим требованиям, предъявляемым к современным педагогическим технологиям.

Необходимо отметить, что существенную роль при его разработке сыграло само наличие оригинальных расчетных программ TERRA, RK1 и TRIJ1, которые представляют собой не отдельные результаты решения небольшой задачи, а являются завершенными и согласующимися между собой проектно-конструктивными расчетами.

Конечно, возникает вопрос, насколько этот метод применим к другим дисциплинам. Например, целесообразно ли преподавать «Строительную механику», используя в качестве базовой программы пакет конечно-элементных расчетов MSC.Patran/Nastran, или изучать «Аэрогазодинамику» при помощи программы SolidWorks Flow Simulation. При успешном решении этой педагогической задачи выгода от такого подхода очевидна.

На наш взгляд, это тема отдельного исследования, если говорить о любой дисциплине и соответствующей расчетной программе, или же проблему необходимо решать в каждом конкретном случае. Один из критериев целесообразности применения такого метода преподавания — насколько при таком подходе реализуются принципы гуманизации и гармонизации учебного процесса [13,14].

Предложенный новый подход к преподаванию ОРКТ имеет следующие преимущества по сравнению с традиционными методами преподавания этой дисциплины.

При индивидуальной работе студентов программы TERRA, RK1 и TRIJ1 могут выполнять функции дидактического инструмента аналитико-моделирующего типа. С их помощью достаточно легко создавать формальные когнитивные карты не только предметные (закрепляющие и развивающие), но и творческие, тот есть предназначенные для решения поисковых и порождающих задач [14].

Успешное освоение ОРКТ предполагает владение обширными знаниями из различных областей науки и техники. Используемые расчетные программы как раз являются аккумуляторами таких знаний. При анализе результатов программных расчетов также легко устанавливаются многочисленные связи: как между

отдельными разделами одного курса, так и межпредметные.

Большое значение имеет формирование у слушателей реалистичных представлений об изделиях ракетно-космической техники, а они базируются на конкретных значениях проектно-конструктивных параметров и летных характеристиках. Эти данные не всегда легкодоступны; использование расчетных программ в препода-

вании поможет преодолеть их дефицит.

Современный инженер не может обойтись без овладения навыками работы со стандартными прикладными пакетами, которые, вообще говоря, для неискушенного пользователя часто представляют собой набор «черных ящиков». Предлагаемая форма освоения ОРКТ учит методике более глубокого

освоения используемых программных продуктов.

Содержание разработанного нового метода преподавания дисциплины «Основы ракетно-космической техники» было рассмотрено на заседании методической комиссии кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ им. Н.Э.Баумана, метод внедрен в учебный процесс на факультете «Специальное машиностроение».

Литература

1. Феодосьев В.И. Основы техники ракетного полета. М.: Наука, 1979. 496 с.
2. Пенцак И.Н. Теория полета и конструкция баллистических ракет. М.: Машиностроение, 1974. 344 с.
3. Паничкин Н.И., Слепушкин Ю.В., Шишкин В.П., Яцынин Н.А. Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1986. 344 с.
4. Вольский А.П. (ред.), Карин В.М., Николаев В.Н., Пригожин Н.И., Халдеев А.В., Шуйский И.А. Космодром. М.: Воениздат, 1977. 309 с.
5. Александров В.А., Владимиров В.В., Дмитриев Р.Д., Осипов С.О. (ред.) Ракеты-носители. М.: Воениздат, 1981. 315 с.
6. Бобков В.Н., Васильев В.В., Демченко Э.К., Лебедев Г.В., Овсянников В.А., Раушенбах Б.В., Сургучев О.В., Тимченко В.А., Феоктистов К.П. (ред.), Фрумкин Ю.М., Черняев Б.В. Космические аппараты. М.: Воениздат, 1983. 319 с.
7. Карраск В.К. Двигательные установки (конспект лекций). М.: МАИ, 1976. 142 с.
8. Карраск В.К. Проектирование конструкций летательных аппаратов (Выбор основных проектных решений и параметров). М.: МАИ, 1987. 84 с.
9. Карраск В.К., Шаевич С.К. Проектирование конструкции космических летательных аппаратов. М.: МАИ, 1987. 79 с.
10. Алифанов О.М., Панкратов Б.М. (ред.), Хохулин В.С. Летательные аппараты. М.: МАИ, 1986. 264 с.
11. Сихарулидзе Ю.Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов. М.: БИНОМ, 2011. 407 с.
12. Буланова-Топоркова М.В., Духавнева А.В., Кукушин В.С. (ред.), Сучков Г.В. Педагогические технологии. М.: ИКЦ «МарТ», 2004. 336 с.
13. Штейнберг В.Э. Дидактическая многомерная технология + Дидактический дизайн (поисковые исследования). Уфа. Изд-во БГПУ, 2007. 136 с.
14. Добряков А.А. Психолого-педагогические основы подготовки элитных специалистов как

References

1. Feodos'ev V.I. Osnovy tekhniki raketnogo poleta. Moscow: Nauka, 1979. 496 p. (In Russ.)
2. Pentsak I.N. Teoriya poleta i konstruktsiya ballisticheskikh raket. Moscow: Mashinostroenie, 1974. 344 p. (In Russ.)
3. Panichkin N.I., Slepushkin Yu.V., Shishkin V.P., Yatsynin N.A. Konstruktsiya i proektirovanie kosmicheskikh letatel'nykh apparatov. Moscow: Mashinostroenie, 1986. 344 p. (In Russ.)
4. Vol'skiy A.P. (ed.), Karin V.M., Nikolaev V.N., Prigozhin N.I., Khaldeev A.V., Shuyskiy I.A. Kosmodrom. Moscow: Voenizdat, 1977. 309 p. (In Russ.)
5. Aleksandrov V.A., Vladimirov V.V., Dmitriev R.D., Osipov p.O. (ed.) Rakety-nositeli. Moscow: Voenizdat, 1981. 315 p. (In Russ.)
6. Bobkov V.N., Vasil'ev V.V., Demchenko E.K., Lebedev G.V., Ovsyannikov V.A., Raushenbakh B.V., Surguchev O.V., Timchenko V.A., Feoktistov K.P. (ed.), Frumkin Yu.M., Chernyaev B.V. Kosmicheskie apparaty. Moscow: Voenizdat, 1983. 319 p. (In Russ.)
7. Karrask V.K. Dvigatel'nye ustanovki (konspekt lektsiy). Moscow: MAI, 1976. 142 p. (In Russ.)
8. Karrask V.K. Proektirovanie konstruktсий letatel'nykh apparatov (Vybor osnovnykh proektnykh resheniy i parametrov). Moscow: MAI, 1987. 84 p. (In Russ.)
9. Karrask V.K., Shaevich p.K. Proektirovanie konstruktсии kosmicheskikh letatel'nykh apparatov. Moscow: MAI, 1987. 79 p. (In Russ.)
10. Alifanov O.M., Pankratov B.M. (ed.), Khokhulin V.S. Letatel'nye apparaty. Moscow: MAI, 1986. 264 p. (In Russ.)
11. Sikharulidze Yu.G. Ballistika i navedenie letatel'nykh apparatov. Moscow: BINOM, 2011. 407 p. (In Russ.)
12. Bulanova-Toporkova M.V., Dukhavneva A.V., Kukushin V.S. (ed.), Suchkov G.V. Pedagogicheskie tekhnologii. Moscow: IKTs «MarT», 2004. 336 p. (In Russ.)
13. Shteynberg V.E. Didakticheskaya mnogomernaya tekhnologiya + Didakticheskii dizayn (poiskovyie issledovaniya). Ufa. Izd-vo BGPU, 2007. 136 p. (In Russ.)
14. Dobryakov A.A. Psikhologo-pedagogicheskie osnovy podgotovki elitnykh spetsialistov kak

творческих личностей (содержательные элементы субъект-объектной педагогической технологии). М.: Логос, 2001. 358 с.

15. Трусов Б.Г. Программная система TERRA для моделирования фазовых и химических равновесий при высоких температурах. Горение и плазмохимия. Материалы III Международного симпозиума. Алматы. Изд-во Казахского национального университета, 2005. С. 52–57.

16. Ковалев Б.К. Развитие ракетно-космических систем выведения. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 400 с.

17. Очков В.Ф. Живые кинематические схемы в Mathcad // Открытое образование. 2013. № 3. С. 27–33. DOI.10.21686/1818-4243-2013-3(98)-27-33

18. Кравченко Н.С., Ревинская О.Г. Изучение распределения Максвелла с помощью компьютерной модели и в натурном эксперименте // Открытое образование. 2014. № 1. С. 12–18. DOI.10.21686/1818-4243-2014-1(102)-12-18

19. Волков Е.Б. (ред.), Филимонов А.А., Бобырев В.Н., Кобыakov В.А. Межконтинентальные баллистические ракеты СССР (РФ) и США. История создания, развития и сокращения. М.: ЦИПК РВСН, 1996. 376 с.

20. Гахун Г.Г. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1989. 424 с.

21. Козлов А.А., Новиков В.Н., Соловьев Е.В. Системы питания и управления жидкостных ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1988. 352 с.

22. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 488 с.

23. Неудахина Н.А. О возможностях практического внедрения технологии визуализации учебной информации в вузе // Известия Алтайского государственного университета. 2013. № 2-2(78). С. 35–38. DOI 10.14258/izvasu(2013)2.2-06

24. Баслык К.П., Генералов Н.Н., Кулешов Б.Г. Способ определения временного параметра программы // Наука и образование. 2014. № 10. С. 192–208. DOI. 10.7463/1014.0728843

25. Разумеев В.Ф., Ковалев Б.К. Основы проектирования баллистических ракет на твердом топливе. М.: Машиностроение, 1976. 356 с.

26. Балабух Л.И., Колесников К.С., Зарубин В.С., Алфутов Н.А., Усюкин В.И., Чижов В.Ф. Основы строительной механики ракет. М.: Высшая школа, 1969. 496 с.

tvorcheskikh lichnostey (soderzhatel'nye elementy sub'ekt-ob'ektnoy pedagogicheskoy tekhnologii). Moscow: Logos, 2001. 358 p. (In Russ.)

15. Trusov B.G. Programmnaya sistema TERRA dlya modelirovaniya fazovykh i khimicheskikh ravnovesiy pri vysokikh temperaturakh. Gorenje i plazmokhimiya. Materials III Mezhdunarodnogo simpoziuma. Almaty. Izd-vo Kazakhskogo natsional'nogo universiteta, 2005. P. 52–57. (In Russ.)

16. Kovalev B.K. Razvitie raketno-kosmicheskikh sistem vyvedeniya. Moscow: MGTU im. N.E.Baumana, 2014. 400 p. (In Russ.)

17. Ochkov V.F. Zhivye kinematische skhemy v Mathcad. Otkrytoe obrazovanie. 2013. No. 3. P. 27–33. DOI.10.21686/1818-4243-2013-3(98)-27-33 (In Russ.)

18. Kravchenko N.S., Revinskaya O.G. Izuchenie raspredeleniya Maksvela s pomoshch'yu komp'yuternoy modeli i v naturnom eksperimente. Otkrytoe obrazovanie. 2014. No. 1. P. 12–18. DOI.10.21686/1818-4243-2014-1(102)-12-18 (In Russ.)

19. Volkov E.B. (ed.), Filimonov A.A., Bobyrev V.N., Kobayakov V.A. Mezkhkontinental'nye ballisticheskie rakety SSSR (RF) i SShA. Istoriya sozdaniya, razvitiya i sokrashcheniya. Moscow: TsIPK RVSН, 1996. 376 p. (In Russ.)

20. Gakhun G.G. Konstruktsiya i proektirovanie zhidkostnykh raketnykh dvigateley. Moscow: Mashinostroenie, 1989. 424 p. (In Russ.)

21. Kozlov A.A., Novikov V.N., Solov'ev E.V. Sistemy pitaniya i upravleniya zhidkostnykh raketnykh dvigateley. Moscow: Mashinostroenie, 1988. 352 p. (In Russ.)

22. Dobrovol'skiy M.V. Zhidkostnye raketnye dvigateli. Moscow: MGTU im. N.E. Bauman, 2005. 488 p.

23. Neudakhina N.A. O vozmozhnostyakh prakticheskogo vnedreniya tekhnologii vizualizatsii uchebnoy informatsii v vuze. Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. No. 2-2(78). P. 35–38. DOI 10.14258/izvasu(2013)2.2-06 (In Russ.)

24. Baslyk K.P., Generalov N.N., Kuleshov B.G. Spособ opredeleniya vremennogo parametra programmy. Nauka i obrazovanie. 2014. No. 10. P. 192–208. DOI. 10.7463/1014.0728843 (In Russ.)

25. Razumeev V.F., Kovalev B.K. Osnovy proektirovaniya ballisticheskikh raket na tverdom toplive. Moscow: Mashinostroenie, 1976. 356 p. (In Russ.)

26. Balabukh L.I., Kolesnikov K.S., Zarubin V.S., Alfutov N.A., Usyukin V.I., Chizhov V.F. Osnovy stroitel'noy mekhaniki raket. Moscow: Vysshaya shkola, 1969. 496 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Константин Петрович Баслык

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Эл. почта: kbaslyk@gmail.com

Тел.: 8-916-586-61-80

Information about the author

Konstantin P. Baslyk

Bauman Moscow State Technical University,

Moscow, Russia

E-mail: kbaslyk@gmail.com

Tel.: 8-916-586-61-80

Разделение и ранжирование гласных в русских текстах для задач криптоанализа

Эта работа была выполнена при обучении студентов криптоанализу. Курс включает изучение статистики (русских зашифрованных) текстов. Цель тренинга-научиться извлекать избыточную информацию из текста и расшифровывать криптограмму без пароля. Одним из наиболее удобных для обучения является простой метод замещения и аналогичные системы шифрования, которые представлены в большинстве курсов криптографии. В статье представлен метод автоматического разделения гласных и согласных в русских текстах, который освобождает часть избыточности шифротекста. Кроме того, этот метод значительно облегчает задачу расшифровки некоторых других симметричных шифров, которые могут быть сведены к простой подстановке.

Данная работа подготовлена в процессе обучения студентов навыкам криптографического анализа. В курс обучения входит изучение статистики русских (зашифрованных) текстов. Цель обучения — научиться извлекать избыточную информацию текста и вскрывать шифрограммы при отсутствии пароля. Одним из самых удобных для изучения является метод простой замены, который излагается в большинстве курсов криптографии. В статье рассмотрен метод автоматического метода разделения гласных и согласных в русских текстах, повышающего избыточность зашифрованного текста. Кроме того, данный метод значительно облегчает задачи вскрытия некоторых других симметричных шифров, сводящихся к простой замене.

Целью работы является разработка автоматического метода разделения гласных и согласных в русских текстах, зашифрованных простой подстановкой и сводящихся к ней систем шифрования и выявления свойств и характеристик этого метода. Согласно теории Шеннона, для однозначной расшифровки текста требуется, чтобы его избыточность была больше, чем энтропия пароля. После разделения гласных и согласных избыточность текста возрастает до одного бита на символ, что позволяет вскрывать более короткие зашифрованные тексты. Кроме того, разделение гласных и согласных значительно облегчает задачу вскрытия некоторых шифров. Например, вскрытие самого известного способа шифрования — метода подстановок, требует выбора одного из $N!$ возможных паролей

(здесь N — количество букв алфавита). Для русского языка это составляет $33!$ или примерно 2 в 123 степени вариантов. После разделения гласных и согласных потребуется выбор из $10! \cdot 23!$, или около 2 в 96 степени вариантов. Число вариантов пароля сокращается примерно в сто миллионов раз, и это существенно упрощает криптоанализ.

Программа, реализующая этот метод, сначала создает матрицу вероятностей биграмм текста.

Для этой матрицы выполняется расчет критерия Маркова, определенного как разность условных вероятностей биграмм типов гласная-согласная и гласная-гласная. Разработана программа, реализующая этот алгоритм. Для текста, использующего алфавит из N символов программа находит подмножество из k «гласных». Это подмножество, максимизирующее критерий, определяется полным перебором всевозможных сочетаний из N по k символов. Порядок появления новых «гласных» при $k = 1, 2, 3, \dots$ характеризует их «силу» по убыванию и может быть использован для разделения гласных и согласных, а при достаточном объеме текста — и для приближенного ранжирования гласных. Можно достигнуть более точного ранжирования, если в качестве меры «силы» символа использовать не очередность появления «гласных» в подмножестве других «гласных», а приращение величины критерия Маркова при появлении данной буквы. Работу данного алгоритма можно существенно ускорить, используя методы быстрого спуска. Испытание программы выявило независимость критерия Маркова от автора текста, а также его унимодальность для достаточно длинных текстов. Используя этот критерий, алгоритм сохраняет работоспособность при разделии гласных и согласных для коротких (до 100 символов) текстов и при ранжировании гласных для текстов размером 250–500 букв и более. Впервые замечено сходство статистики биграмм гласных букв и символов «Б» и «Ь», которые неотделимы данным методом от обычных гласных. Результаты испытаний показали, что данный метод можно эффективно использовать при криптоанализе коротких русских текстов, а также текстов других консонантных языков.

Ключевые слова: криптоанализ, разделение гласных и согласных, критерий Маркова, ранжирование гласных, консонантный язык.

Yuri I. Petrenko

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

Automatic vowels selection and ranking in Russian enciphered texts

This work was developed while teaching students the cryptanalysis. The course includes the study of statistics of (Russian encrypted) texts. The purpose of training is to learn how to extract redundant information of the text and to describe the cryptogram without a password. One of the most comfortable methods for learning is a simple substitution and similar encryption systems, which are presented in most courses of cryptography. This paper presents a method of automatic separation of vowels and consonants in Russian texts, which releases some of the redundancy of the cipher text. In addition, this method greatly facilitates the task of describe some other symmetric ciphers which may be reduced to simple substitution.

The aim of this work is to develop and implement a method for the

automatic selection of vowels in Russian texts, enciphered by a simple substitution and similar encryption systems.

According to the theory of Shannon, for unambiguous decoding of the text you want the redundancy of the text that exceeds the entropy of the password. After the separation of vowels and consonants redundancy of the text increases to one bit per symbol, this allows you to open shorter encrypted texts. Moreover, the separation of vowels and consonants greatly simplifies the cryptanalysis of some ciphers. For instance, cryptanalysis of the most famous encryption method - method of simple substitution - requires selection of one of $N!$ possible passwords (where N is the number of letters in the alphabet). For the Russian language it is $33!$ or nearly 2 to 123^{rd} degrees of options. After the separation of vowels and consonants

you will need a selection of $10! \cdot 23!$, or nearly 2 to 96^{th} degrees of options. The number of combinations is reduced to one hundred million times, that makes the cryptanalysis much easier. The program that implements this method first creates a matrix of the probabilities of bigrams of the text.

For this matrix Markov criterion calculated, defined as the difference between the conditional probabilities of vowel-consonant and vowel-vowel diagram's types. For an alphabet consisted of N characters the program defines a combination of a given number k of "vowels" by exhaustive search. This combination of k symbols maximizes Markov criterion. The order relation of the new "vowels" for $k = 1, 2, 3...$ characterizes the descending of their "strength" and can be used to separate vowels from consonants. In texts of sufficient volume there are possible approximate ranking of the vowel's set. A more accurate ranking is possible when as a measure of "symbol power" Markov

criterion's increments are used. The algorithm speed can be greatly accelerated by using some tricks of steepest descent method. The test program discovered the independence of Markov criterion from the text's author as well as its unimodality for long texts. Using this criterion, the algorithm can separate vowels from consonants for short (up to 100 characters) texts as well as the ranking of vowels for texts as small as 250-500 letters. The similarity of Markov criterion's statistics of letters "б", "в" and standard vowels is discovered. These two letters are inseparable by Markov criterion method from the standard vowels. The test results showed that Markov criterion method can be used for cryptanalysis of short Russian texts as well as texts of the other consonant languages.

Keywords: cryptanalysis, separation of vowels and consonants, Markov criterion, ranking of vowels, consonant language.

Введение

Разделение гласных и согласных имеют большое значение в прикладной лингвистике, информатике и технике связи.

В рассмотренном далее методе разделения гласных и согласных используется теория цепей Маркова. При анализе особенностей чередования гласных и согласных Марков обнаружил [1,2], что гласные с гораздо большей вероятностью следуют за согласной, чем за предшествующей гласной. Эту закономерность мы будем далее для краткости называть критерием Маркова.

Закономерность чередования гласных и согласных используется лингвистами. Языки, в которых гласные и согласные чередуются, получили даже специальное название консонантные или *vfc-языки* (*vfc* = vowels followed consonants and vice versa, т.е. «гласные следуют за согласными и обратно»). Определение консонантного языка качественно соответствует выполнению критерия Маркова.

Разделение гласных и согласных интересно также для криптоанализа, так как значительно облегчает задачу вскрытия некоторых шифров. Например, вскрытие самого известного способа шифрования — метода подстановок, требует выбора одного из $N!$ возможных паролей (здесь N — количество букв алфавита). Для русского языка это

составляет $33!$ или примерно 2^{123} вариантов. После разделения гласных и согласных потребуется выбор из $10! \cdot 23!$, или около 2^96 вариантов. Число вариантов пароля сокращается примерно в 100 000 000 раз, и это существенно упрощает криптоанализ.

Согласно теории Шеннона [3], для успешного вскрытия шифра избыточность текста должна быть не меньше, чем длина энтропия ключа шифрования. С этой точки зрения разделение гласных и согласных также весьма полезно, так как при этом избыточность текста возрастает примерно на 1 бит в пересчете на 1 символ, что позволяет выполнять дешифрование более коротких зашифрованных текстов.

В известной книге Фридмана [4] рассмотрен эффективный, но достаточно трудоемкий ручной алгоритм разделения гласных и согласных.

В работе [5 Moler C.B. Morrison Singular Value Analysis] рассмотрен машинный метод разделения гласных и согласных. Этот метод достаточно сложен, и малоэффективен на коротких текстах.

Далее излагается автоматизированный метод разделения гласных и согласных на основе критерия Маркова, использующий матрицу биграмм, позволяющий не только отделить гласные буквы от согласных, но при достаточно длинных текстах также частично упорядочить гласные.

Постановка задачи

Исторически первыми открыли и описали методы криптоанализа арабы. В 9 веке арабская наука была наиболее развитой среди всех стран средиземноморья, а их медицина и математика — лучшими в мире. Религиозные запреты ислама в области живописи и скульптуры, одновременно способствовали развитию литературы. Широко распространились словесные загадки, ребусы и каламбуры. Грамматика была важным элементом культуры арабов. Она включала в себя в том числе и тайнопись. Фактически арабы для целей криптографии использовали метод простой замены, заменяя весь алфавит целиком. Один такой алфавит, называвшийся <дауди> (по имени израильского царя Давида), использовался для шифрования трактатов по черной магии.

Как указывает Д.Канн [6], знания арабов в области криптологии были изложены в 1412 г., в одном из разделов 14-томной энциклопедии Калкашанди, под названием «Относительно сокрытия в буквах тайных сообщений», часть которого посвящена криптологии. Впервые в истории шифров в энциклопедии приводился список систем шифрования, включавших перестановки и замены. Кроме всего прочего, там было и первое в истории описание криптоаналитического исследования зашифрованного текста. В по-

мощь криптоаналитику впервые приводятся списки букв, которые не встречаются вместе ни в одном слове, букв, которые редко контактируют друг с другом, а также невозможные сочетания букв. Наконец, дан список букв в порядке «частоты их использования в арабском языке в свете результатов изучения священного Корана», то есть ранжирование букв алфавита.

Фактически ранжирование всех букв алфавита достаточно для расшифровки криптограммы. К сожалению, метод частотного ранжирования редко работает.

Есть две основных причины нарушения порядка ранжирования. Во-первых, при малой длине текста могут наблюдаться отклонения от закона больших чисел, по порядку величины — это примерно корень из частот их встречаемости. Во-вторых, это могут быть систематические отклонения закона распределения, вызванные характером текста. В совокупности эти причины могут вызвать отклонения в ранжировании букв до 5 позиций. При этом замена букв в соответствии со стандартными частотами ничего не дает. Текст становится неузнаваемым. В таких случаях разделение гласных и согласных сильно упрощает криптоанализ.

В качестве самого первого рецепта для разделения гласных и согласных рекомендуется использовать различия в их частотах. Суммарная частота гласных в русском тексте составляет примерно 42% [7 Алферов], но количество гласных в русском алфавите в два раза меньше числа согласных. В результате четыре самых употребительных гласных сильно выделяются по частоте встречаемости и легко выделяются среди остальных букв. Это позволяет отделить часть гласных от остальных гласных и согласных.

Лучшие результаты можно получить, используя различия в сочетаемости букв в тексте [8 FM-34-40-2].

Действительно, гласные гораздо чаще следуют за согласными, чем за гласными. Буквы каждой из этих групп чаще контактируют с буквами другой группы, чем с буквами собственной группы. Кроме того, так как гласных меньше, чем согласных, они соседствуют с большим количеством разных букв, чем согласные. Исследуя количество контактов с разными буквами, можно достаточно надежно распределить гласные и согласные зашифрованного текста по указанным группам.

Эти соображения объясняют принцип действия так называемого метода подсчета триграмм. Для иллюстрации

метода произведем подсчет триграмм в тексте [9]:

УЖНЕБООСЕНЬЮДЫША
ЛОУЖРЕЖЕСОЛНЫШКОБ
ЛИСТАЛО
КОРОЧЕСТАНОВИЛСЯ
ДЕНЬЛЕСОВТАИНСТВЕН
НАЯСЕНЬ
СПЕЧАЛЬНЫМШУМОМОБ
НАЖАЛАСЬЛОЖИЛСЯНА
ПОЛЯТУМАН

Пробелы и знаки препинания опущены, как это часто делают при шифровании. Сам текст сообщения не зашифрован для того, чтобы наглядно продемонстрировать особенности метода.

Результат подсчета триграмм показан в таблице на рис. 1. Здесь в первой строке (Ч) показаны частоты букв в данном тексте, во второй (К) — количество контактов каждой буквы, помещенной в третьей строке (Б) таблицы, а еще ниже перечень всех контактов соответствующих букв (средние буквы в триграммах пропущены, так как они одинаковы в каждом столбце). Как видно из таблицы, большим количеством контактов явно выделяются гласные буквы А, О и Е, которые почти не контактируют друг с другом. Это позволяет сделать вывод о том, что эти буквы — гласные. С этими гласными часто контактируют буквы ж, л, м, с и т, предположительно — соглас-

Ч	11	3	3	2	10	5	4	2	11	4	13	14	2	2	11	5	4	2	3	3	5	1	4
К	11	4	4	4	10	7	6	2	9	5	12	16	4	3	10	5	5	3	5	4	4	2	6
Б	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш
	ШЛ	ЕО	ОИ	ЮЫ	НБ	УН	ЛС	ШО	АО	ЫШ	ЖЕ	БО	СЕ	ЖЕ	ОЕ	СА	ОЖ	ОЕ	БА	ЛШ	НЮ	ЬЛ	СД
	ТЛ	ОЛ	ОТ	ЯЕ	СН	УР	ВЛ	ОО	ОН	УО	ЕЬ	ОС	АО	ОО	ЕО	СА	ШМ	ЕА	ЫК	НШ	НЛ		АС
	ТН	ОН	ТЕ		РЖ	ЕЕ	АН		БИ	ОО	ЛЫ	ЛУ			ИТ	ВА	ТМ		МУ	НМ	НС		СН
	ТИ				ЖС	АА	ЖЛ		АО	УА	АО	ЕО			ЕТ	СВ					ЛН		ЛТ
	НЯ				ЧС	ОИ			ИС		ЕЬ	СЛ			ЛЯ	ЯУ					СЛ		
	ЧЛ				ЛН				ЬЕ		ИС	КР			ЕО								
	НЖ				ЛС				АЬ		ЕН	РЧ			НТ								
	ЖЛ				ВН				АА		НА	НБ			ЯЕ								
	ЛС				СН				ЬО		ЕЬ	СВ			ЬП								
	НП				ПЧ				ИС		ЬЫ	ММ			АЬ								
	МН								ОЯ		БА	МЕ			ЛЯ								
											ЯА	АЬ											
												ЛЖ											
												ПЛ											

Рис. 1. Метод триграмм

ные. Конечно, после шифрования эти и другие буквы таблицы будут переназначены, но структура таблицы сохранится, что позволит определить принадлежность данных букв к группам гласных и согласных.

Анализ данной таблицы показывает и недостатки метода подсчета триграмм. Здесь нечетко выявлены гласные «и» и «у», а букву «с» можно принять и за гласную. В основном это вызвано малым объемом текста, но все же заставляет задуматься о его надежности.

Метод подсчета триграмм можно улучшить, если анализ контактов выполнять не для каждой буквы в отдельности, а целиком для выделенных групп гласных и согласных. В результате получается так называемый метод Т-диаграмм.

Для наглядности выполним методом Т-диаграмм анализ того же текст, что и в предыдущем примере. Здесь весь алгоритм состоит из четырех шагов, показанных далее на рис. 2 в Т-диаграммах 1–4. Начало работы метода Т-диаграмм предполагает наличие какого-нибудь предположения о группах гласных и согласных. Можно полагать, что

среди наиболее частых букв с большой вероятностью окажутся гласные, а среди редко используемых — согласные. Данный метод обладает хорошей сходимостью, поэтому для первого шага пригодны оба варианта. Здесь можно использовать результат частотного анализа, выполненного ранее при подсчете триграмм. Для определенности выберем в качестве «гласных» шесть наиболее частых букв: «а», «е», «л», «н» «о» и «с». (Ведь по условию мы не знаем, какие из них гласные, а какие — согласные). Далее подсчитаем количество контактов всех букв нашего текста с буквами данной группы «гласных». Результаты поместим в Т-диаграмму «1. Гласные», действительно похожую на букву «Т». В верхнюю строку помещаем перечень нашего варианта группы «гласных», а в нижних столбцах буквы, контактирующие ними слева и справа соответственно. Для наглядности в каждой ячейке помещаем столько букв, сколько их обнаружено в контактах с каждой стороны.

Анализ Т-диаграммы «1. Гласные», ясно показывает, что буквы нашей группы легко

контактируют между собой, что означает наличие в группе и гласных, и согласных. Наиболее подозрительны по множеству числу «родственных контактов» буквы «л», «н» и «с». Удалим их и повторим подсчет контактов. Результаты помещаем в Т-диаграмму «2. Гласные».

Анализ Т-диаграммы «2. Гласные» показывает, что мы на верном пути. Буквы «а», «е» и «о» почти не контактируют между собой, а более склонны к контактам с буквами, не принадлежащим к их собственной группе. Выделим среди последних наиболее активные «ж», «л», «м», «н» и «с». Вероятно, это согласные. Проверим эту гипотезу, повторив подсчет контактов этой группы «согласных». Результаты поместим в Т-диаграмму «3. Согласные».

Анализ Т-диаграммы «3. Согласные» позволяет выделить еще несколько гласных. Это «и», «у» «ы» «я». Добавление их в группу гласных дает возможность сделать новый подсчет контактов. Результат дан в Т-диаграмме «4. Гласные».

Сопоставление Т-диаграмм 2 и 4 позволяет сделать, хотя и

1. Гласные АЕЛНОС	2. Гласные АЕО	3. Согласные ЖЛМНС	4. Гласные АЕОУЫЯ
ААААААА АААА	Б БББ	ААААААА АААААА	АА
БББ БББ	В ВВ	ББ	Б БББ
В ВВ	Д	ЕЕЕЕЕЕЕ ЕЕЕЕЕ	ВВ ВВ
Д	ЖЖ ЖЖЖ	Ж	ДД Д
ЕЕЕЕЕЕЕ ЕЕЕЕ	ИИ	ИИИИ ИИИ	ЖЖЖ ЖЖЖЖ
ЖЖЖ ЖЖЖЖ	КК К	ЛЛЛ	ИИ
ИИИИ ИИИ	ЛЛЛЛ ЛЛЛЛЛМ	НН	КК К
КК К	МММ	ННН	ЛЛЛЛЛЛ ЛЛЛЛЛЛ
ЛЛЛЛЛЛЛ ЛЛЛЛЛЛ	НННН НННННН	ООООО ОООООООО	МММ ММММ
МММ М	О О	П	НННННН ННННННН
ННННННН НННННННН	ПП П	Р	ОО О
ОООО ООООООО	РР Р	ССС	ПП П
ППП ПП	СССС ССССС	ТТТ	РР Р
РР Р	ТТТ	УУУУ	СССССС ССССССС
СССС СССССССС	У	Ш	ТТТ Т
ТТТ ТТТ	ЧЧ ЧЧ	Ы	У
У	Ш	ЫЫ	ЧЧ ЧЧ
ЧЧ ЧЧ	Я	ЫЫЫ	ШШ ШШШ
Ш		ЯЯЯ	Я
ББББ БББББ			
ЫЫ			
ЯЯ			

Рис. 2. Метод Т-диаграмм

с несколько меньшей уверенностью, что буквы **БВДКПРТ-ЧШ** тоже согласные.

Итак, несмотря на большие отклонения частот букв в данном тексте, мы определили, что **АЕОИУЫЯ** – гласные, а **ЖЛМНС** и **БВДКПРТЧШ** – согласные.

Метод Т-диаграмм гораздо более надежен, чем предыдущий, особенно для коротких текстов. Это объясняется тем, что здесь большинство букв объединены в две группы, которые целиком участвуют в сборе статистики, что значительно уменьшает разброс анализируемых данных (дисперсию).

Недостатком метода Т-диаграмм является то, что его трудно автоматизировать, а его результаты несколько субъективны.

Для устранения этих недостатков был предложен еще один метод, который рассмотрен далее.

Реализация метода

Прежде всего полагаем, что нам задан текст с конечным, но заранее неизвестным алфавитом (например, зашифрованный). Язык текста известен и относится к консонантным языкам. Для расшифровки текста нужно полностью или частично восстановить его алфавит. Предлагаемый метод автоматического разделения гласных и согласных позволяет получить дополнительную информацию (избыточность текста) до 1 бита на букву, что значительно облегчает задачу вскрытия шифротекста. При сравнительно длинных текстах метод позволяет также ранжировать гласные, что может дать дополнительно от одного до двух битов информации на символ.

Чтобы повысить наглядность, изложение иллюстрируется примерами открытых (незашифрованных) текстов. С точки зрения применимос-

ти результатов – это допустимо, так как при использовании шифров типа подстановок и сводящихся к ним матрица биграмм инвариантна с точностью до переименования символов.

Для более четкого понимания читателю следует помнить о том, что в реальных случаях априори может быть неизвестно, какие символы алфавита отображают гласные, какие – согласные, и даже их количество может быть не задано заранее (в коротких шифровках).

Как известно [7], вопрос о зависимости букв алфавита в открытом тексте от предыдущих букв исследовался в начале 20 в. русским математиком А.А. Марковым. Марков разработал теорию последовательностей событий, получивших впоследствии название цепей Маркова, и доказал, что закон больших чисел можно распространить и на случай зависимых величин. Как сообщает Марков в работе [1], для русского языка характерно чередование гласных и согласных. Подсчет этой особенности подтверждается следующей таблицей, полученной автором при подсчете частот биграмм в тексте [9 Онегин]:

Таблица 1

Чередование гласных и согласных

	Г	С
Г	4183	38560
С	38559	18697

Из этой таблицы видно, что гласные чаще следуют за согласными (примерно в девять раз), чем за гласными. Это значит, что в биграммах текста условная вероятность гласной после согласной значительно выше, чем условная вероятность гласной после гласной:

$$p(c/g) = 0,6730$$

$$p(g/g) = 0,0979.$$

Это обстоятельство известно со времен Маркова и часто упоминается в литературе [10

Яглом]. Гораздо реже обращают внимание на обратное утверждение о том, что согласные чаще следуют за гласными (примерно в два раза), чем за согласными:

$$p(g/c) = 0,6730$$

$$p(c/c) = 0,3263.$$

Здесь $p(c/g)$ – вероятность следования согласной после гласной, $p(g/g)$ – вероятность гласной после гласной, $p(g/c)$ – вероятность следования гласной после согласной, $p(c/c)$ – вероятность следования согласной после согласной.

Эти закономерности были подтверждены и обобщены А.А. Марковым в работе [2], на примере текста поэмы А.С. Пушкина «Е. Онегин» [9]. При исследовании вероятностей совместного появления в тексте гласных и согласных он выявил стабильность вероятностей чередования гласных и согласных в тексте. Он также указал на то, что вероятность появления гласной после предшествующей гласной значительно ниже, чем вероятность появления гласной после предшествующей согласной.

Этот закон носят фундаментальный характер и в данной статье мы используем для него краткое название «критерий Маркова» или просто критерий. Формально его можно определить так.

$$M_g = p(c/g) - p(g/g),$$

и

$$M_c = p(g/c) - p(c/c),$$

Здесь M_g и M_c – соответственно критерий Маркова для гласных и согласных. В этом случае множества гласных и согласных можно определять так, как это принято в русской орфографии, но иногда нам будет удобно использовать и более широкие понятия для этих множеств букв, отличающиеся от традиционных. Для выделения таких случаев мы будем использовать термины «множества гласных» и «множества согласных» в кавычках,

если это не ясно непосредственно из контекста.

Выбор этого критерия правомочен, так для каждой отдельной гласной его величина положительна (что легко проверить по таблице биграмм [7Алферов]), и чем больше гласных будет выделено из текста, тем больше будет величина этого критерия.

В данной работе предлагается метод автоматического разделения гласных и согласных с помощью критерия Маркова. Идея метода в следующем. Пусть задана матрица вероятностей биграмм заданного текста. Считая, что ни количество, ни состав гласных в тексте нам заранее неизвестны, мы ищем их согласно критериям Маркова.

Будем последовательно находить в тексте «гласные», выбирая из состава всего алфавита те сочетания букв, которые дают максимальное значение критерия Маркова M_r :

$$M_r = p(c/g) - p(g/g),$$

где: $p(c/g)$ — вероятность следования гласной за предшествующей согласной, равная количеству пар (биграмм) вида согласная-гласная, деленному на количество согласных в тексте, а $p(g/g)$ — вероятность следования гласной за предшествующей гласной, равная количеству пар вида гласная-гласная, деленному на общее количество гласных в тексте. Значение критерия M_r зависит от требуемого количества выделенных гласных.

Последовательности появления «гласных» в указанных сочетаниях букв можно сопоставить «силе» или «рангу» гласных. Чем раньше появилась данная «гласная», тем она «сильнее». Это обстоятельство можно использовать для ранжирования или, другими словами, взаимного упорядочивания гласных. Данные о стабильности этого ранжирования в литературе отсутствуют, поэтому в данной работе

была поставлена задача выяснения того, как она зависит, во-первых, от объема текста, и, во-вторых, от источника этого текста. В работе была также проверена зависимость ранжирования гласных от автора текста. Предполагалось, что если указанное ранжирование будет зависеть от автора, его можно использовать для подтверждения авторства, если же от автора ранжирование практически не зависит, то его можно использовать в криптографии для разделения гласных и согласных при вскрытии шифрованных сообщений.

Чтобы автоматически вычислять эти критерии, была разработана специальная программа, которая позволяет ввести файл с заданным текстом лингвистического ансамбля, посчитать для него частоты биграмм и вычислить соответствующую им матрицу вероятностей биграмм. После этого матрица вероятностей биграмм запоминается и не изменяется в течение всего времени работы программы с данным текстом.

Перед запуском программы в основном режиме ей в качестве параметра задано число k — предполагаемое количество «гласных». Далее программа производит полный перебор всевозможных C_N^k сочетаний «гласных» букв (здесь N — количество символов алфавита), и для каждого сочетания вычисляет значение критерия Маркова. Сочетание букв алфавита, которому соответствует максимальное значение критерия, принимается в качестве множества «гласных» данной мощности k . Ввиду симметрии критериев Маркова для «гласных» и «согласных» эту же программу, как показано далее, можно применить и для поиска «согласных».

Количество подмножеств букв C_N^k даже при фиксированном значении k — количества «гласных» довольно велико и при $N = 32$, $k = 16$ превосходит

600 000 000, поэтому программа в основном варианте полного перебора работает довольно долго. С целью ускорения работы в ней был предусмотрен вспомогательный режим ускоренного поиска экстремума. Для этого фиксировалась так называемая «маска гласных» в виде некоторого подмножества букв алфавита, которые априори считались гласными. В этом случае m заранее заданных букв, объявлялись «гласными» и в переборе не участвовали, а программа в процессе перебора находила $k-m$ «новых гласных» среди $N-m$ оставшихся букв алфавита. Благодаря этому, работу программы можно ускорить в тысячи и даже миллионы раз. Необходимым условием правильности работы в таком режиме является отсутствие локальных экстремумов (унимодальность). Одной из задач данной работы была именно проверка на унимодальность. Многократные испытания показали, что при длине исследуемого текста порядка килобайта и более в каждом цикле выделения новых гласных достаточно работать в режиме запроса одной-двух новых гласных. Если количество выделяемых новых гласных увеличить до 5–6, нарушения унимодальности вообще не наблюдаются даже при очень коротких текстах, длиной до 100–200 символов.

В программе был предусмотрен также режим отключения перебора для численного расчета значения критерия Маркова конкретной группы «гласных» или согласных.

Все перечисленные режимы работы были предусмотрены для фактического выделения гласных и согласных, и их возможного ранжирования в количествах до 10–12 «гласных» и до 20 «согласных».

Еще один режим программы предусматривает работу с неограниченным числом выделяемых «гласных» (естественно, в пределах алфавита).

Оказывается, в таком режиме сначала происходит выделение, всех настоящих гласных в порядке убывания их «силы», а затем среди выделенных букв начнут появляться согласные, но уже в порядке возрастания их «силы» (как согласных), о чем будет подробнее рассказано далее.

Рассмотрим особенности критериев Маркова на примере исследования текста «Е. Онегин» (без дополнительных глав и примечаний). Объем текста составил 110 050 букв. При подсчете биграмм вспомогательные знаки и символы удалялись и получался текст без пробелов, для которого традиционным для криптогра-

фии способом подсчитывались частоты биграмм со сдвигом на 1 букву, причем первая буква биграммы из потока данных изымалась.

На рис. 3 показаны графики, отображающие характер поведения критериев Маркова для «Е. Онегина».

Функция критерия Маркова для «гласных», показана сплошной линией, а соответствующая для «согласных» пунктирной. На оси ординат показаны значения критериев, а на оси абсцисс отобраны подмножества букв, соответствующие этим значениям. Порядки появления «гласных» и «согласных» служат координатами абсцисс, причем их

взаимозависимость позволила совместить две функции этих критериев на одном графике. Для определения состава множеств «гласных» и «согласных» при помощи этого графика надо в случае «гласных» выбирать последовательно буквы от нуля слева направо, до заданного значения критерия, а «согласные» — в обратном порядке. Очевидно, что на этом графике порядок расположения букв на оси абсцисс соответствует «силе» букв.

Расчет этих функций имеет некоторые особенности. При расчете критерия Маркова для гласных среди гласных появляются последовательно буквы О, А, Е, И, У, Ы. Это не

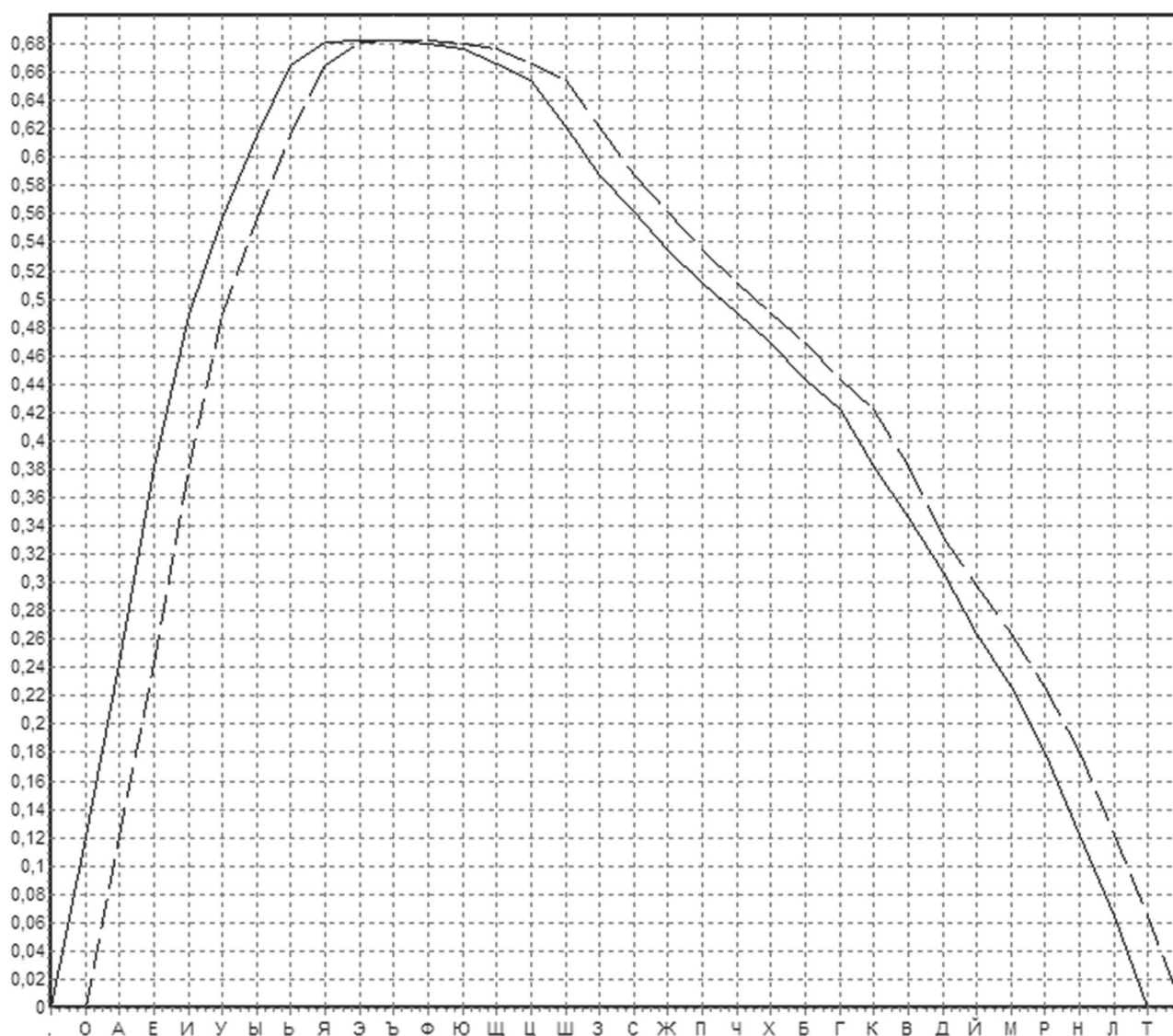


Рис. 3. Критерии

является чем-то необыкновенным и может быть объяснено, например, частотностью этих букв в тексте. Но вот появление вслед за «У» буквы «Ъ», которую традиционно относят к согласным является неожиданностью. Далее появляются гласные Я и Э, а потом, снова неожиданно, «Ь» и «Ф», а только потом уже буква «Ю».

Дальнейшее исследование полностью подтвердило тот факт, что по статистическим характеристикам буквы «Ъ» и «Ь» в русском тексте следует относить к «гласным».

Дальнейший ход расчета критерия Маркова для «гласных» проявляет еще одну неочевидную особенность. После ожидаемых букв «гласных» «ОАЕИУЫЬЯЭЬФЮЩЦШЗ» программа неожиданно выдала в качестве решения подмножество согласных «БВГДЖЗЙКЛМНПРСТХЧ». Почему? Оказывается, потому что критерий Маркова для 16 букв, больше для первого из показанных подмножеств («гласных»), чем для такого же количества «согласных», а уже для 17 букв критерий Маркова имеет большее значение, равное 0.6212 для 17 согласных, чем значение 0.5614 для 17 «гласных» букв. Так как программа заранее не знает фактически, что мы хотим, она в первом случае в результате полного перебора беспристрастно выбирает первый ансамбль букв, а во втором — второе подмножество. При дальнейшем увеличении заданного количества «гласных» программа движется по левой нижней ветви графика в направлении буквы «О».

Таким образом, в режиме полного перебора программа позволяет видеть только часть графиков, расположенных на рисунке левее буквы «З».

Правые части графика можно увидеть, если отказаться от поиска глобального экстремума. Если введем в маску гласных наиболее «сильные» гласные «О» и «А», никакое

из сочетаний символов, добавленное к ним, уже не может переключить работу программы в режим «согласных», и мы сможем беспрепятственно продвигаться по нижней ветви графика (показанного сплошной линией) правее буквы «З», вдоль сплошной линии вплоть до буквы «Л» включительно. (Букву «Т», самую сильную согласную, мы программа достигнуть может, так при этом перебор отсутствует вообще.) Аналогичным образом, задавая в маске согласных буквы «Т» и «Л», мы можем пройти сначала по верхней (пунктирной) линии графика от буквы «Т» до буквы «З» и далее, вплоть до буквы «А» (хотя это и не столь интересно, так как этот участок мы уже проходили ранее).

Полученные качественные выводы подтверждаются количественными результатами расчета критериев Маркова для данного случая.

Ранее было указано что для расчета критерия Маркова следует использовать вероятности биграмм в данном тексте. На практике эти вероятности неизвестны, и вместо них используют относительные частоты биграмм, которые по закону больших чисел при достаточно длинных текстах стремятся к соответствующим вероятностям. Как определить необходимый объем текста?

В данной работе при выборе объема исследуемых текстов применялась методика, традиционная для лингвистики. Известно, что вероятность лингвистических событий можно четко определить только после выбора конкретного статистико-лингвистического ансамбля [12 Пиотровский]. При исследованиях письменной речи лингвисты обычно отождествляют его с некоторым фиксированным множеством книг или других письменных источников. Можно, например, говорить о множестве изданных в определенном году газет на русском языке

(«ансамбль русской газетной речи N-го года»), о конкретном издании собрания сочинений А.С. Пушкина («ансамбль языка Пушкина»). В нашей работе мы в качестве источника статистико-лингвистических ансамблей рассматривали так называемый «Машинный фонд русского языка» [13]. Фонд содержит произведения примерно пятидесяти русских прозаиков различных жанров и стилей. Эпизодически для сравнения выбирались и другие образцы русского текста.

При подсчете вероятностных характеристик текста учитывалось то, что если ансамбль фиксирован, то вероятность появления некоторого элемента текста (букв, слов или более крупных единиц текста) среди других элементов данного класса, можно найти, если пересчитать общее количество заданного элемента и число элементов всего класса, а затем разделить первое на второе. Это, по определению, считают вероятностью появления заданного элемента текста в заданном статистическом ансамбле.

Если закон распределения известен, то методами математической статистики можно оценить, каким должен быть объем выборки для того, чтобы отношение m/n с заданной точностью соответствовало истинной вероятности.

Если же статистические закономерности заранее неизвестны, прибегают к последовательным испытаниям все больших объемов выборки, полагая ее достаточно большой, если увеличение объема выборки в несколько раз не приводит к существенному изменению исследуемых вероятностей. В данной работе использован именно этот прием.

Полученные результаты

Прежде всего были исследованы ансамбли на базе произведений разных писателей

при сравнительно больших размерах тестируемых текстов (десятки и сотни килобайт). Оказалось, что отделение гласных от согласных практически не зависит от личности автора текста. Таким образом, для лингвистических испытаний на авторство текста этот метод оказался негодным. Гораздо отчетливее выгоднее выглядят преимущества его применения в криптоанализе. Приведем некоторые из полученных результатов.

В таблице 3 показаны результаты, полученные при разделении гласных и согласных указанным методом

для семи выбранных статистико-лингвистических ансамблей в виде художественных произведений писателей 19–20 вв. из «Машинного фонда русского языка» [13]. Для каждого ансамбля приведен литературный источник, последовательность появления «гласных» при полном переборе и соответствующие значения критерия Маркова. Вывод букв производился группами с заданным числом «гласных». Размер ансамблей не ограничивался и статистика биграмм подсчитывалась для всего текста, вплоть до 1,5 млн. символов.

Таблица 3

Разделение гласных и согласных

1. Пушкин. «Капитанская дочка». [14]						
Буквы	О	А	Е	И	У	Ы
Критерий	0,1031	0,2187	0,3217	0,4176	0,4798	0,5179
Буквы	Ь	Я	Э	Ю	Ф	Ц
Критерий	0,5578	0,5823	0,5835	0,5833	0,5823	0,5743
2. Аксаков. «Детские годы ...». [15]						
Буквы	О	А	Е	И	У	Ь
Критерий	0,1044	0,2178	0,3242	0,4160	0,4655	0,5095
Буквы	Ы	Я	Э	Ю	Ф	Щ
Критерий	0,5547	0,5772	0,5783	0,5786	0,5786	0,5689
3. Куприн. «Поединок». [16]						
Буквы	О	А	Е	И	У	Ы
Критерий	0,1129	0,2190	0,3180	0,4089	0,4669	0,5095
Буквы	Ь	Я	Э	Ю	Ф	Ц
Критерий	0,5482	0,5708	0,5730	0,5749	0,5690	0,5592
4. Тургенев. «Дворянское гнездо». [17]						
Буквы	О	А	Е	И	У	Ы
Критерий	0,1031	0,2185	0,3220	0,4192	0,4698	0,5087
Буквы	Ь	Я	Ю	Э	Ф	Щ
Критерий	0,5495	0,5710	0,5727	0,57369	0,5684	0,5614
5. Лермонтов. «Герой нашего времени». [18]						
Буквы	О	А	Е	И	У	Ь
Критерий	0,1033	0,2123	0,3100	0,4010	0,4572	0,4986
Буквы	Ы	Я	Э	Ю	Ф	Ц
Критерий	0,5428	0,5680	0,5702	0,5708	0,5709	0,5648
6. Чехов. «Цветы запоздалые». [19]						
Буквы	О	А	Е	И	У	Ь
Критерий	0,1110	0,2228	0,3172	0,4131	0,4765	0,5174
Буквы	Ы	Я	Ю	Э	Ь	Ф
Критерий	0,5571	0,5934	0,5942	0,5948	0,5949	0,5901
7. Василий Шукшин. Живет такой парень. [20]						
Буквы	О	А	Е	И	У	Ь
Критерий	0,1039	0,2225	0,3304	0,4246	0,4856	0,5321
Буквы	Ы	Я	Ю	Э	Ь	Ф
Критерий	0,5716	0,6004	0,6043	0,6062	0,6062	0,6009

Целью этой части работы было определение возможной зависимости ранжирования символов от автора текста. При тестировании первых пяти произведений символы Ъ и Ь были объединены в один символ, как это часто принимают в русской криптографии (кстати, эти символы Марков исключил их из рассмотрения в своей работе, не относя их ни к гласным, ни к согласным). Можно заметить, что очередность появления первых 10 «гласных», т.е. их ранжирование, практически не зависит от автора текста. Несколько неожиданным выглядит появление среди настоящих гласных символов «Ь» и «Ъ», что и объясняет использование термина «гласные» в данной работе в кавычках. Как видно из таблицы, и как показало более широкое исследование, очередность появления гласных, т.е. ранжирование, практически не зависит от автора.

Это значит, что указанное ранжирование можно считать свойством языка и его морфологии.

«Силу» гласных можно истолковать и количественно, как приращение критерия Маркова при включении символа во множество «гласных». Аналогичное заключение можно сделать и о «силе» согласных.

Характер поведения критерия Маркова свидетельствует о том, что символам ОАЕИ-УЫЬЯЮЭ можно приписать положительное «свойство гласных», так как они последовательно увеличивают значение критерия, а следующие за ними символы Ф, Ц, Щ его уменьшают и по этому признаку их можно отнести к согласным. При этом самая «сильная» гласная буква О, а последующие буквы в этом ряду постепенно «слабеют», и это объясняет очередность их появления при работе алгоритма. Некоторые вариации

в ранжировании пар символов «БЫ» и «ЭЮ» можно объяснить тем, что их «силы» весьма близки, и поэтому небольшие изменения статистических характеристик текста влияют на их ранжирование.

Отметим еще одну неочевидную особенность критерия Маркова для гласных. При увеличении заявленного порядка множества гласных k «старые» $k-1$ гласные входят в него как подмножество. Это значит, что никакая пара из символов, ранее относившихся к «согласным» не может увеличить критерий больше, чем новая, k -я «гласная» в паре с одной из последних $k-1$ «гласных». Если бы это было не так, то на k -м шаге произошло бы вытеснение одной из предыдущих «гласных» двумя новыми. Это свойство можно назвать устойчивостью ранжирования. Эта устойчивость возможна, как легко видеть, при убывании «силы» гласных по закону, близком к экспоненциальному. Ранжирование сохраняется для гласных в широком диапазоне размеров текста, но при уменьшении его объема устойчивость упорядочивания сохраняется у все меньшего количества самых «сильных» гласных.

О ранжировании согласных, нельзя говорить столь уверенно. Дело в том, что суммарная «сила» согласных равна «силе» гласных, а согласных в два раза больше. Как следствие, сила отдельных согласных гораздо меньше силы отдельных гласных, и их ранжирование подвержено гораздо большим вариациям при изменении статистики текста,

Размер ансамбля	Последовательность появления символов «гласных»
Весь текст (более 110 000 символов.)	ОАЕИУ ЫЬЯЮЭ ФЩЦ
20 000 букв.	ОАЕИУ ЫЬЯЮЭ ФЩЦ
2 000 букв.	ОАЕИУ ЫЬЯЮЭ ЩФЦ
500 букв.	ОАЕИУ ЫЯЮЭ –
250 букв.	ОАИЕУ ЫЯЮЭ –

особенно при уменьшении размера текста, что подтвердилось при более подробных исследованиях.

Остается еще вопрос о том, как свойства ранжирования сохраняются при уменьшении размеров выборки.

Оценочные испытания более коротких текстов показали значительную устойчивость ранжирования при уменьшении размера ансамбля (из того же текста) вплоть до 1000 символов и ниже. Далее, в таблице 2, приводятся представительные результаты проверки стабильности ранжирования на примере текста поэмы А.С. Пушкина «Евгений Онегин». Исследовались все более уменьшающиеся в размере начальные части поэмы, начиная со слов «Мой дядя...».

Как видно из табл. 4, разделение гласных и согласных сохраняется вплоть до текстов длиной до 250 символов. Ранжирование гласных в данном случае точно вплоть до текстов размером порядка 2000 букв, далее возникают вариации. Это объясняется тем, что при уменьшении размеров текста нарушается закон больших чисел, в частности в последних двух ансамблях букв Ф, Ц и Щ в тексте совсем нет, так что о статистике здесь говорить не приходится.

Выводы

Метод критерия Маркова позволяет автоматизировать разделение гласных и согласных в русском тексте.

Гласные буквы русских текстов длиной порядка 1000 символов и более методом критерия Маркова можно ранжировать.

Ранжирование согласных нестабильно и возможно лишь для больших объемов лингвистических ансамблей.

Буквы «Ъ» и «Ь» в биграмах русского текста по статистическим свойствам сходны с гласными.

Приращение критерия Маркова для гласных, полученное данным методом, убывает приблизительно по экспоненте для «гласных» ряда «ОАЕИУЫЬЯЮЭ».

Для сравнения приводим также результат разделения и ранжирования гласных очень короткого (85 букв) и трудного для дешифровки текста [9]:

«Мой дядя самых честных правил, когда не в шутку занемог он уважать себя заставил и лучше выдумать не мог».

Здесь программа выдает такую последовательность вывода «гласных»: «аеоуыийь». Видно, что, хотя ранжирование здесь нарушено, функция разделения гласных и согласных даже здесь работает почти безошибочно.

Литература

1. Марков А.А. Исследование замечательного случая зависимых испытаний // Известия Императорской академии наук. Серия 6. 1907. Т. 1. Вып. 3 С. 61-80.
2. Марков А.А. Пример статистического исследования над текстом «Евгения Онегина», иллюстрирующий связь испытаний в цепь //

References

1. Markov A.A. Issledovanie zamechatel'nogo sluchaya zavisimyykh ispytaniy. Izvestiya Imperatorskoy akademii nauk. Series 6. 1907. Vol. 1. Iss. 3. P. 61-80. (In Russ.)
2. Markov A.A. Primer statisticheskogo issledovaniya nad tekstom "Evgeniya Onegina", illyustriruyushchiy svyaz' ispytaniy v tsep'". Izvestiya

Известия Императорской Академии Наук. VI серия. 1913. Т. 7. Вып. 3. С. 153–162.

3. Шеннон К. Теория связи в секретных системах. В кн.: Работы по теории информации и кибернетике. М.: ИЛ, 1963.

4. Friedman W. F., Callimahos D. Military cryptanalysis. Aegean Park Press, Laguna Hills CA, 1985. Part I. Vol. 2.

5. Moler C., Morrison D. Singular Value Analysis of Cryptograms. The American Mathematical Monthly. 1983. Vol. 90. № 2. P. 78–87.

6. Kahn D. The codebreakers. The story of secret writing. Macmillan, N.Y., 1967.

7. Алферов А. П., Zubov A. Yu., Кузьмин А. С., Черемушкин А. В. Основы криптографии. М.: Гелиос АРВ, 2002.

8. Sikora T.F. Field Manual 34-40-2, Basic Cryptanalysts. USA, Washington, DC, 13 September 1990.

9. Пушкин А.С. Евгений Онегин, М.: Эксмо, 2017.

10. Яглом А.М. Яглом И.М. Вероятность и информация. М.: Наука, 1973.

11. Конан Дойль А., Приключения Шерлока Холмса. Пляшущие человечки. М.: АСТ, 2016.

12. Пиотровский Р.Г., К.Б. Бектаев, А.А. Пиотровская. Математическая лингвистика. М.: Высшая школа. 1977. С. 383.

13. Машинный фонд русского языка. URL: <http://cfri.ruslang.ru>.

14. Пушкин А.С. Капитанская дочка. М.: Эксмо, 2015. С. 1–640.

15. Аксаков С.Т. Детские годы Багрова-внука. М.: АСТ, 2017. С. 1–416.

16. Куприн А.И. Поединок. М.: Эксмо, 2013. С. 1–640.

17. Тургенев И.С. Дворянское гнездо. М.: АСТ, 2017. С. 384

18. Лермонтов М.Ю. Герой нашего времени. М.: АСТ, 2015. С. 1–285.

19. Чехов А.П. Цветы запоздалые. А. П. Чехов. Полное собрание сочинений и писем в 30-ти томах. Сочинения. М.: Наука, 1983. Том 1.

20. Шукшин В.М. Киноповести. М., 1988. С. 115.

Imperatorskoy Akademii Nauk. VI series. 1913. Vol. 7. Iss. 3. P. 153–162. (In Russ.)

3. Shannon K. Teoriya svyazi v sekretnykh sistemakh. In.: Raboty po teorii informatsii i kibernetike. Moscow: IL, 1963. (In Russ.)

4. Friedman W. F., Callimahos D. Military cryptanalysis. Aegean Park Press, Laguna Hills CA, 1985. Part I. Vol. 2.

5. Moler C., Morrison D. Singular Value Analysis of Cryptograms. The American Mathematical Monthly. 1983. Vol. 90. No. 2. P. 78–87.

6. Kahn D. The codebreakers. The story of secret writing. Macmillan, N.Y., 1967.

7. Alferov A. P., Zubov A. Yu., Kuz'min A. S., Cheremushkin A. V. Osnovy kriptografii. Moscow: Gelios ARV, 2002. (In Russ.)

8. Sikora T.F. Field Manual 34-40-2, Basic Cryptanalysts. USA, Washington, DC, 13 September 1990.

9. Pushkin A.S. Evgeniy Onegin, Moscow: Eksmo, 2017. (In Russ.)

10. Yaglom A.M. Yaglom I.M. Veroyatnost' i informatsiya. Moscow: Nauka, 1973. (In Russ.)

11. Konan Doyl' A., Priklyucheniya Sherloka Kholmsa. Plyashushchie chelovechki. Moscow: AST, 2016. (In Russ.)

12. Piotrovskiy R.G., K.B. Bektaev, A.A. Piotrovskaya. Matematicheskaya lingvistika. Moscow: Vysshaya shkola. 1977. P. 383. (In Russ.)

13. Mashinnyy fond russkogo yazyka. URL: <http://cfri.ruslang.ru>. (In Russ.)

14. Pushkin A.S. Kapitanskaya dochka. Moscow: Eksmo, 2015. P. 1–640. (In Russ.)

15. Aksakov S.T. Detskie gody Bagrova-vnuka. Moscow: AST, 2017. P. 1–416. (In Russ.)

16. Kuprin A.I. Poedinok. Moscow: Eksmo, 2013. P. 1–640. (In Russ.)

17. Turgenev I.S. Dvoryanskoe gnezdo. Moscow: AST, 2017. P. 384 (In Russ.)

18. Lermontov M.Yu. Geroy nashego vremeni. Moscow: AST, 2015. P. 1–285. (In Russ.)

19. Chekhov A.P. Tsvety zapozdalye. A. P. Chekhov. Polnoe sobranie sochineniy i pisem v 30-ti tomakh. Sochineniya. Moscow: Nauka, 1983. Vol. 1. (In Russ.)

20. Shukshin V.M. Kinopovesti. M., 1988. P. 115. (In Russ.)

Сведения об авторе

Юрий Ильич Петренко

К.т.н., с.н.с., доцент

Московский авиационный институт

(национальный исследовательский университет),

Москва, Россия

Эл. почта: tautoga@yandex.ru

Тел. 8-926-237-3501

Information about the author

Yuriy I. Petrenko

Cand. Sci. (Engineering), Senior researcher,

Associate Professor

Moscow Aviation Institute, Moscow, Russia

E-mail: tautoga@yandex.ru

Tel.: 8-926-237-3501

Научно-педагогическая школа «Системный анализ в проектировании и управлении» и ее вклад в учебный процесс вузов

В 2018 г. исполняется 20 лет Научно-педагогической школе «Системный анализ в проектировании и управлении», которая объединяет ученых, развивающих теорию систем и системного анализа в различных вузах России, Украины, Норвегии, Польши, США, Финляндии и др. стран.

Школа считает себя преемницей школы Московского энергетического института, в котором д-р техн. наук, профессор Ф.Е. Темников (1906–1993) создал в 1970 году первую в стране кафедру по направлению теории систем и системных исследований — кафедру Системотехники; и школы Ленинградского политехнического института (вн. в. — Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого), в котором с 1973 г. на факультете технической кибернетики д-р технических наук, профессор, (в последующем — заслуженный деятель науки РФ) А.А. Денисов (1934–2010) исследовал общность процессов в системах различной физической природы и предложил теорию информационного поля и информационный подход к анализу систем.

В 1994 г. д-р техн. наук профессор, заслуженный работник высшей школы РФ В.Н. Козлов переименовал возглавляемую

им кафедру технической кибернетики в кафедру «Системный анализ и управление» и открыл новое одноименное направление подготовки бакалавров и магистров, что сыграло важнейшую роль в становлении в Политехническом университете научно-педагогической школы.

С 1998 г. на базе Политехнического университета ежегодно проводится конференция «Системный анализ в проектировании и управлении», которая стала основой формирования школы с таким же названием объединяющей ученых отечественных и зарубежных вузов и научно-исследовательских институтов, занимающихся развитием теории систем и системного анализа как прикладной теории систем.

За прошедшие 20 лет ученые, объединяемые школой, получили ряд новых научных результатов, развивающих теорию систем, системный анализ и другие научные направления, которые представляются на сайте saenco.neva.ru (System Analysis in Engineering and Control) и кратко характеризуются в данной статье.

Ключевые слова: классификация, модель, моделирование систем, система, системный анализ, теория систем.

Yuriy S. Vasil'ev, Violetta N. Volkova, Vladimir N. Kozlov, Artem A. Efremov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

Scientific and pedagogical schools «System analysis in engineering and control» and its contribution to educational the process of universities

In 2018, the 20th anniversary of the Scientific and Pedagogical School “System Analysis in Engineering and Control”, which unites scientists who developing the Theory of Systems and System Analysis in various universities in Russia, Ukraine, Norway, Poland, USA, Finland and other countries.

The school considers itself to be a successor of: the school of the Moscow Energy Institute, in which Dr. of Technical Scienc, Professor F.E. Temnikov (1906–1993), created in 1970 the first in the country the department in the direction of the theory of systems and system studies, the Department of System Engineering and the school of the Leningrad Polytechnic Institute (now Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University), which since 1973 at the Faculty of Technical Cybernetics Doctor of Technical Sciences, Professor, (later - Honored Scientist of the Russian Federation) A.A. Denisov (1934–2010) studied the generality of processes in systems of various physical nature and also proposed the theory of the information field and information, approach to analysis of system.

In 1994, Dr. Tech. Professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, VN Kozlov, renamed the Department of

Technical Cybernetics headed by him, to the Department “System Analysis and Management” and opened a new direction of the same name for the preparation of bachelors and masters, and this is played a major role in the establishment of the Polytechnic University scientific and pedagogical school.

Since 1998, on the basis of the Polytechnic University, a conference “System Analysis in Engineering and Control” has been held annually, which has become the basis for the formation of a school with the same name of unifying scientists from Russian and foreign universities and research institutes involved in the development the Theory of Systems and System Analysis as applied theory of systems.

This article is characterized by the main results, which over the past 20 years, scientists, united by the school, made contribution to the development of Theory of Systems, System Analysis and other scientific directions.

Keywords: classification, model, system's modeling, system, system analysis, theory systems.

Введение

Понятие «система» и «теория систем» стали широко использоваться в различных областях знаний после того, как стали известны работы Л. фон Берталанфи [3] и были изданы сборники работ по теории систем. Основной идеей общей теории систем, предложенной Берталанфи, является организмический подход к биологическим и социальным объектам и явлениям, в соответствии с которым исследование частей таких объектов не дает возможность понять свойства целого (в последующем эта закономерность названа закономерностью эмерджентности или целостности) и введение понятия «открытые системы» — системы, постоянно обменивающиеся веществом, энергией и информацией с внешней средой.

Важное отличие открытых систем от закрытых по Берталанфи состоит в том, что при соответствующих условиях в открытых системах «возможен ввод негэнтропии. Поэтому подобные системы могут сохранять свой высокий уровень и даже развиваться в сторону увеличения порядка и сложности, что действительно является одной из наиболее важных особенностей жизненных процессов» (см. *Bertalanffy L. von. General System Theory // "General System", vol. 1. 1956. p. 1–10*) [4, с. 42]). Таким образом, Л. фон Берталанфи фактически открыл новую закономерность, противодействующую классическому второму закону термодинамики, которая проявляется на всех уровнях развития материи, но особенно становится важной для введенного им понятия «открытая система», которое является важным классом прикладной теории систем.

Поскольку результаты, опубликованные Л. Фон Берталанфи были связаны в основном с мировоззренческими

проблемами, в нашей стране вначале теорию систем развивали в основном философы, и до сих пор в библиотечных классификациях относят к философским наукам, для прикладных исследований стали возникать другие термины. Вначале применяли термин «системный подход», «системотехника», «системология». В последующем и в настоящее время прикладным направлением теории систем считается «системный анализ», который впервые появился в работах корпорации RAND в связи с задачами военного управления в 1948 г.¹ в отечественной литературе получил распространение после перевода книги С. Оптнера «Системный анализ деловых и промышленных проблем»², и в 1980-е гг. был включен в учебные планы инженерных специальностей заместителем Министра высшего и среднего специального образования того периода Ф. И. Перегудовым [22].

В то же время основой прикладных направлений системных исследований остается теория систем, и поэтому важно продолжать исследования, развивающие эту теорию, чему и посвящена данная статья.

1. Основные положения прикладной теории систем и системного анализа, развиваемые школой

Предлагались различные классификации систем и проблем, решаемых с помощью системных представлений: по сложности и величине, по виду отображаемого объекта (технические, биологические, экономические и т.п. системы); по виду научного направления,

используемого для их моделирования (математические, физические, химические и др.). Системы делят на детерминированные и стохастические; открытые и закрытые, целенаправленные и целеустремленные ит. д.

Классификации нужны для того, чтобы выбрать подход и метод для исследования системы. Одной из первых классификаций по сложности **К. Боулдинг** [5], который предложил делить системы учетом отличия живых от неживых.

В теории принятия решений была принята классификация по степени неопределенности (1-й столбец в табл. 1).

В классификации систем **Г. Саймона** и **А. Ньюэлла** предлагалось их группирование признаку структуризованности (хорошо структуризованные, плохо структуризованные и неструктуризованные проблемы) [32]. По аналогии с этой классификацией **Ф.Е. Темниковым** было предложено разделение систем по степени организованности — хорошо организованные, плохо организованные или диффузные и самоорганизующиеся [12] (третий столбец в табл. 1).

Выделенные классы практически можно рассматривать как подходы к отображению объекта или решаемой задачи, которые могут выбираться в зависимости от стадии познания объекта и возможности получения информации о нем.

Предложена концепция многоуровневой аксиоматики, в соответствии с которой для разных классов проблем и систем необходимы различные аксиоматики [8], примеры которых приведены в правом столбце табл. 1. Для проблем с достаточной определенностью, хорошо структуризованных, относящихся к классу хорошо организованных систем применяют математические методы. Для плохо организованных (диффузных) систем — статистические методы. Для класса

¹ Лопухин М. М. ПАТТЕРН — метод планирования и прогнозирования научных работ. М.: Сов. радио, 1971. 160 с.

² Оптнер С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. — М.: Сов. радио, 1969. — 216 с.

Таблица 1

Классификации проблем и систем

Признаки классификации			Аксиоматики
Степень неопределенности	Структурированность	Степень организованности	
С достаточной определенностью	Хорошо структурированные	Хорошо организованные	Аксиоматика Евклида (Евдокса) Аксиомы формальной логики Аристотеля
С неопределенностью	Плохо структурированные	Плохо организованные или диффузные	Аксиоматика С. Н. Бернштейна и А. Н. Колмогорова и др. аксиоматики теории вероятностей и мат. статистики
С большой начальной неопределенностью	Неструктуризованные	Самоорганизующиеся или развивающиеся	Аксиомы логического базиса и законы алгебры логики Аксиоматика теории множеств и мат. лингвистики Законы диалектики Закономерности теории систем

проблем с большой неопределенностью, характерных для самоорганизующихся и развивающихся систем, выбирать методы и модели необходимо с учетом особенностей этих систем и закономерностей, объясняющих эти особенности.

Проведен анализ работ [2, 3 и др.], в которых исследовались особенности самоорганизующихся систем как открытых систем с активными элементами и объясняющие их закономерности строения, функционирования и развития систем, и предложена классификация закономерностей (рис. 1).

Предложена также классификация закономерностей целеобразования:

- закономерности возникновения и формулирования целей;
- зависимость представления о цели и формулировки цели от стадии познания объекта (процесса) и от времени;
- зависимость цели от внешних и внутренних факторов;
- возможность (и необходимость) сведения задачи формулирования обобщающей (общей, глобальной) цели к задаче ее структуризации.

На протяжении всей истории развития теории систем

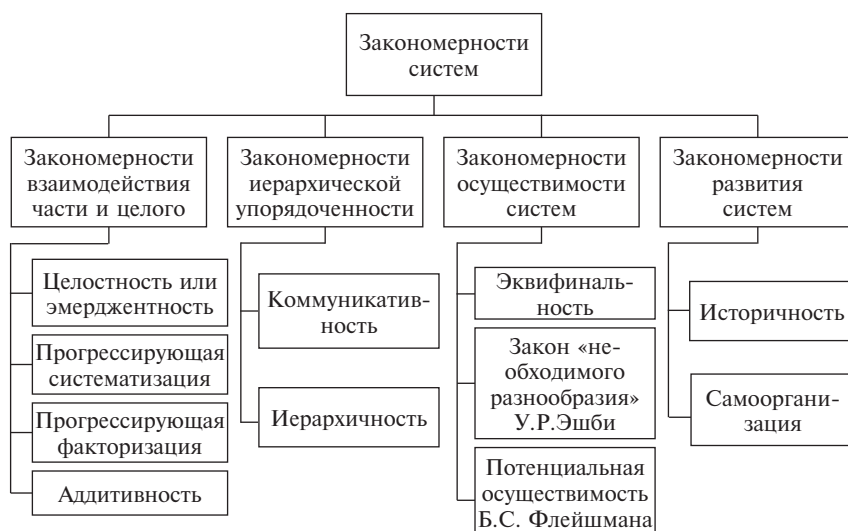


Рис. 1. Классификация закономерностей систем

предлагались и применялись различные определения системы, предлагались различные классификации определений.

В первых определениях система рассматривалась как совокупность только *элементов* a_i и *связей* r_j между ними. Например, определение системы **Л. фон Берталанфи**: «комплекс взаимодействующих компонентов» [3, с. 29].

В Большой Советской Энциклопедии система определяется прямым переводом с греческого $\sigma\upsilon\sigma\tau\eta\mu\alpha$, что означает « $\sigma\upsilon$ - $\sigma\tau\eta\mu\alpha$ » — «со-*состав*», т. е. составленное, соединенное из частей [БСЭ. — 2-е изд. — Т. 39. — С. 158.].

Затем в определениях стали учитывать свойства Q (А. Холл [40], А.И. Уёмов [42]). В дальнейшем в определениях появляется понятие *цель*. Сначала — в неявном виде: в определении **Ф.Е. Темникова** [38] «*система — организованное множество*» (в котором *цель* появляется при раскрытии понятия «организованное»); Потом — в виде конечного результата, системообразующего критерия, функции а позднее — и в явном виде:

В определении **В.Н. Сагатовского** уточняются условия целеобразования — *среда* SR , *интервал времени* ΔT , т.е. период, в рамках которого будет существовать система и ее цели: система — «*конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала*» [33].

В последующем в определении предлагается учитывать субъекта, исследователя, проектировщика — «наблюдателя» по **Н.У.Р. Эшби** [45], **Ю.И. Черняк** [41]: «Система есть отражение в сознании субъекта (исследователя, наблюдателя) свойств объектов и их отношений в решении задачи исследования, познания». В последующих вариантах это-

го определения **Ю.И. Черняк** стал учитывать и язык наблюдателя L_N .

В ряде определений основные компоненты — элементы, связи (отношения) детализируются с учетом особенностей конкретных сфер деятельности, включают правила преобразования в форме функций, операций, моделей. Существовали определения, в которых было еще больше компонентов, что помогало в исследовании и проектировании систем определенной физической природы.

Рассмотренные определения системы применялись при разработке методик структуризации целей и функций систем.

Взгляд на определение системы как на средство исследования позволил осознать целесообразность выбора для ряда прикладных проблем определения, основанное на системно-целевом подходе [7], в котором объект не расчленяется на элементы, т. е. не разрушается, а представляется в виде укрупненных компонентов

$$S_{def} \equiv \langle Z, STR, TECH, COND, N \rangle,$$

где $Z = \{z\}$ — совокупность или структура целей;

$STR = \{STR_{пр}, STR_{орг}, \dots\}$ — совокупность структур, реализующих цели (например, для социально-экономической организации $STR_{пр}$ — производственная, $STR_{орг}$ — организационная и т. п.);

$TECH = \{meth, means, alg, \dots\}$ — совокупность технологий (методы *meth*, средства *means*, алгоритмы *alg* ит. п.), реализующих систему, обеспечивающих ее существование и функционирование;

$COND = \{\varphi_{ex}, \varphi_{in}\}$ — условия существования системы, т. е. факторы, влияющие на ее создание и функционирование (φ_{ex} — внешние, φ_{in} — внутренние).

N — «наблюдатели», т. е. лица, принимающие и исполняющие решения, осуществляю-

щие структуризацию целей, корректировку структур, выбор методов и средств моделирования и т.п.

Определение может быть дополнено компонентами «среда» SR и «временной интервал» Δt .

Это определение помогает начать исследование сложного объекта, сохраняя его целостность.

Терминологический аппарат постоянно развивается, дополняется понятиями, характеризующими закономерности функционирования и развития систем, подходы, методы и модели, предлагаемые и применяемые при их исследовании, проектировании, поддержке принятия решений с использованием теории систем и системного

На основе анализа подходов и обобщения предшествующего опыта предложено при проектировании систем использовать три основных подхода к отображению, исследованию и проектированию систем:

а) от целей («сверху») — *системно-целевой* или *целенаправленный* подход, основанный на применении методов *структуризации* или *декомпозиции*; *методик структуризации целей и функций систем*;

б) от перечисления и группирования элементов («снизу») — подход, который называют *морфологическим* (в широком смысле), *лингвистическим*, *тезаурусным*, *терминальным*, методом «языка» системы [41]. С помощью этого подхода определяется «пространство состояний» системы и реализуется поиск взаимосвязей (мер близости) между элементами.

в) *процессный* подход, который можно считать развитием *бихевиористского* и *функционально-технологического* подхода, основанных на структуризации во времени, на формировании и анализе организационно-технологических процедур подготовки и реали-

зации управленческих решений; на представлении информационных и бизнеспроцессов в форме графов.

Постановка любой задачи заключается в том, чтобы перевести ее словесное, *вербальное* описание в *формальное*.

В случае относительно простых задач такой переход осуществляется в сознании человека, который не всегда даже может объяснить, как он это сделал. Если полученная формальная модель опирается на фундаментальный закон или подтверждается экспериментом, то этим доказывается ее адекватность отображаемой ситуации. По мере усложнения задач получение модели и доказательство ее адекватности усложняется.

При проектировании сложных технических комплексов и управления социально-экономическими системами перевод вербального описания в формальное, интерпретация модели и получаемых результатов становятся неотъемлемой частью практически каждого этапа моделирования сложной развивающейся системы. Для решения проблемы перевода вербального описания в формальное в различных областях деятельности стали развиваться методы, типа «мозговой атаки», «сценариев», «дерева целей» ит. п., активизирующие использования интуиции и опыта лиц, формирующих модели и принимающих решения, которые вначале называли качественными, методами выработки коллективных решений.

В свою очередь, развитие математики шло по пути расширения средств постановки и решения трудноформализуемых задач. Наряду с детерминированными, налитическими методами классической математики возникла *теория вероятностей* и *математическая статистика*. Для задач с большей степенью неопределенности инженеры стали

привлекать теорию множеств, математическую логику, математическую лингвистику, теорию графов.

Постепенно сложился «спектр» методов — от вербального описания до методов классической математики. Анализ процессов изобретательской деятельности, опыта формирования сложных моделей принятия решений показал, что человек попеременно выбирает методы из левой и правой частей «спектра». Поэтому было предложено [37] «переломить» этот «спектр» методов примерно в середине, где графические методы смыкаются с методами структуризации, т. е. разделить методы моделирования систем на два больших класса: *методы формализованного представления систем* (МФПС) и *методы, направленные на активизацию интуиции и опыта специалистов* (МАИС). Возможные классификации этих двух групп методов приведены на рис. 2. Приведенная классификация МФПС, предложенная **Ф.Е. Темниковым** [13], раз-

вивалась. Возможны и другие классификации МФПС.

Стали разрабатываться *специальные методы* системного анализа, сочетающие средства МАИС и МФПС. В самостоятельные классы выделены имитационные модели, в числе которых имитационное динамическое моделирование (System Dynamics Symulation Modeling), предложенное в [43], имитационное компьютерное моделирование [25]; и модели представления и извлечения знаний [4, 35 и др.].

Классификация моделей по методам моделирования систем, предложенная в [9], приведена на рис. 2.

Наибольшее распространение получили следующие специальные методы моделирования систем, развиваемые учеными, объединяемыми или сотрудничающими с нашей школой системного анализа: ситуационное моделирование (предложено **Д.А. Поспеловым** [35], развивала **Л.С. Болотова/Загадская/** [4]); лингвокомбинаторное моделирование (предложено и развивается

М.Б. Игнатьевым [20]); логико-лингвистическое моделирование (**Б.Л. Кукор** [28]); логико-рефлексивное моделирование (**И.Б. Арефьев** [1]); теория информационного поля и информационный подход к моделированию и анализу систем (**А.А. Денисов** [15, 16]); подход, базирующийся на идее постепенной формализации задач (проблемных ситуаций) с неопределенностью путем поочередного использования средств МАИС и МФПС [10], системно-структурный синтез (**Ю.И. Лыпарь** [29]); когнитивное моделирование (**Г.В. Горелова** [14]); концептуальное мета-моделирование (**В.В. Нечаев** [30] и **С.П. Никаноров** [31]).

Основные понятия и закономерности теории систем являются основой для создания *методик системного анализа, моделей организации сложных экспертиз*.

Основные положения, методики, модели на протяжении всего периода существования научной школы, были подготовлены и изданы в ряде публикаций, имеющих науч-



Рис. 2. Классификация моделей систем

но-практический характер. Прежде всего:

Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — М.: Высшая школа, 2004. — 616 с.

Издание справочника получило поддержку Федеральной целевой программы «Культура России»

В 2009 г. в развитие этого справочника применительно к специальности «Прикладная информатика» было издано два справочника в издательстве «Финансы и статистика».

Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. — М.: Финансы и статистика, 2006 — 848 с.; — М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. — 848 с.

Прикладная информатика: Справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Юрьева. — М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2008. — 768 с.

В 2009–2010 гг. в издательствах «Высшая школа» и «Юрайт» были учебники по теории систем, которые широко используются в вузах.

Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем: учеб. пособие для студентов вузов. Рекомендовано Министерством образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Системный анализ и управление». — М.: Высшая школа, 2006. — 512 с.

Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем: и системный анализ: учебник. — М.: Изд-во Юрайт, 2010. — 679 с. Даются основные понятия теории систем и системного анализа. Определено их место среди других научных направлений. Показана принципиальная ограниченность формализованного описания развивающихся систем с активными элементами. Рассмотрены классификации систем, закономерности

их функционирования и развития, методы моделирования и анализа. Приведены примеры разработки и применения методик и моделей системного анализа при проектировании и организации функционирования систем управления предприятиями и организациями, при управлении проектами технических комплексов и моделировании других процессов принятия решений в сложных проблемных ситуациях.

В 2014–2016 гг. издан ряд учебников, представляющих интерес для развития теории систем.

Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавра, 2-е издание, переработанное и дополненное. — М.: Изд-во Юрайт, 2014. — 616 с. — Серия: Бакалавр. Академический курс.

Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям.

Рекомендовано ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 010502 (351400) «Прикладная информатика».

Имеет знак «Выбор вузов».

Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В.Н. Волкова, Г.В. Горелова, В.Н. Козлов и др. Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. — М.: Изд-во Юрайт, 2014. — 592 с. — Серия: Бакалавр. Академический курс.

Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям.

Моделирование систем и процессов: практикум / В. Н. Волкова, Г. В. Горелова, А. А. Ефремов и др. Под ред. В. Н. Волковой. — М.: Изд-во Юрайт, 2014. — 592 с. — Серия: Бакалавр. Академический курс.

Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям.

Основной концепцией школы является развитие методологических основ и терминологического аппарата теории систем и системного анализа на основе широкого спектра математических методов.

В развитии теории негладких нелинейных операторов, предложенной им в 1980-е гг. **В. Н. Козлов** продолжил исследования концепции нелинейных операторов как важного направления математических методов теории систем и системного анализа; проводит исследования по применению метода негладких операторов для задач управления системами с распределенными параметрами, проектирования систем управления различными динамическими объектами, развивает теорию устойчивости систем с неопределенностью; разработал теоретические основы преодоления неопределенности на основе конвергенции методов и моделей. подготовил и издал монографии и учебные пособия.

Козлов В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений — М.: Проспект, 2010.

Изложены основные принципы, методология и классификация математических методов системного анализа.

В развитие предложенной в 1970-е гг. теории информационного поля [14] в издательстве Политехнического университета регулярно издаются

учебники и учебные пособия **А.А.Денисова**.

Учебное пособие с грифом УМО по университетскому образованию:

Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: Информационные основы. — СПб.: Изд-во Политехнического университета. 2003. — 276 с. Изд 2-е — 2005. — 296 с.

Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: Информационные основы. — СПб.: Изд-во СПбГПУ 2003. — 276 с. Изд. 2-е — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2005. — 296 с.. В 2009 году издан учебник

Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: учебник 3-е изд., перераб. и дополн. Рекомендовано УМО по университетскому политехническому образованию в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 220100 «Системный анализ и управление». — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. — 304 с. [16].

С 1997 г. развивает концепцию системного макроэкономического моделирования [17]. С использованием концепции информационного поля разработал модели для различных сфер экономики и управления [18, 19].

На основе дискретного варианта теории, называемого кратко информационный подход к анализу систем, разрабатывались методы организации сложных экспертиз. Разработаны 3 вида методов этой группы [11]: 1) методы оценки степени целесообразности анализируемых компонентов исследуемых систем по разнородным качественным критериям, позволяющие получать обобщенную оценку в многокритериальных задачах с разнородными критериями; используется предложенная **А.А.Денисовым** информационная оценка потенциал (значимость) H_i компоненты: $H_i = -q_i \log(1 - p'_i)$, где p'_i — вероятность достижения цели при использовании нововведения; q_i — вероятность

использования конкретного НВВ при реализации, достижении соответствующей подцели; применяется для сравнительного анализа нововведений, информационных систем, при формировании «портфеля заказов» и т. п.

2) методы сравнительного анализа сложных систем в течение определенного начального периода их проектирования (внедрения, развития) путем сопоставления изменения информационных оценок во времени; применяются для сравнительного анализа разнородных нововведений, технических комплексов, проектов и т. п., позволяя принимать решения о целесообразности продолжения их внедрения, разработки, дальнейшего инвестирования и т. п.;

3) методы оценки ситуаций, описываемых информационными уравнениями в статике и динамике; Применяются при проведении маркетинговых исследований, анализе рыночных ситуаций с учетом взаимного влияния товаров, сравнительного анализа проектов с учетом взаимовлияния в процессе проектирования и др.

Разработанные методы развивались, публиковались в учебных пособиях и применялись студентами в курсовых и дипломных работах. А в последующем включены в учебники и учебные пособия.

Волкова В. Н. Денисов А.А. Методы организации сложных экспертиз: учеб. пособие и метод. указания к лаб. работам по курсам «Теория систем и системный анализ» и «Системология». — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1998. — 48 с.

Волкова В.Н. Денисов А.А. Методы организации сложных экспертиз: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. — 68 с.

Волкова В.Н. Денисов А.А. Методы организации сложных экспертиз: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2010. — 128 с.

И др.

В развитие концепции, предложенной в 1970-е гг. [6], проведен ряд прикладных исследований с использованием идеи постепенной формализации моделей принятия решений и подготовлена монография.

Волкова В. Н. Постепенная формализация моделей принятия решений. — СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. — 120 с. Рассматривается подход к формированию моделей принятия решений, основанный на идее постепенной формализации модели путем попеременного использования методов активизации интуиции и опыта специалистов и методов формализованного представления систем. Поскольку продолжение конференций нередко проводится на загородной базе Южного Федерального университета «Таймази», картина одного из уголков этой альпинистской базы, написанная д-ром техн. наук **Галиной Викторовной Гореловой**, украсила обложку этой монографии.

В развитие теории крупномасштабных динамических систем д-р техн. наук, профессор кафедры «Системный анализ и управление» **Владимир Николаевич Шашихин** разрабатывает методы динамической оптимизации крупномасштабных систем, методы синтеза робастного управления, анализ устойчивости систем при структурных и параметрических возмущениях, методы анализа и синтеза робастных систем автоматического управления, обеспечивающие приемлемый уровень качества функционирования при неопределенно заданных параметрах объекта управления, Подготовил и издал монографию [43] и ряд учебных пособий.

2. Вклад в развитие других научных направлений

Под руководством канд. техн. наук, профессора **Л.А. Станкевича** ведутся ис-

следования в области когнитивных (познающих) систем, разработка методов обучения и самообучения, нейроморфных средств, обеспечивающих интеллектуальным системам возможность автоматического накопления знаний об окружении и поведении в нем. Подготовлен и издан учебник.

Станкевич Л. А. Интеллектуальные системы и технологии.

Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. — М.: Изд-во Юрайт, 2014. — 397 с. Рассмотрены основные аспекты интеллектуальных систем и технологий: методы представления, использования и приобретения знаний, принципы построения и функционирования различных интеллектуальных систем, интеллектуальные технологии для создания экспертных систем, искусственных нейронных сетей и т. п., задачи общения с системой на естественном языке и др. Рассматриваемые принципы и понятия иллюстрируются схемами и наглядными примерами, в том числе примерами управления роботами различного предназначения

С 2001 г. школа сотрудничает со школой «Системный анализ в экономике» Таганрогского технологического университета (вн. в. — Инженерно-технологическая академия Южного Федерального университета). Научным руководителем школы в ИТА ЮФУ является д-р экон. наук, профессор **В.Е. Ланкин**, развивает теорию управления в социально-экономических системах на основе моделей теории автоматического управления. В Политехническом университете издана его монография.

Ланкин В.Е. Принципы и модели теории автоматического управления в социально-экономических системах. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. — 160 с.

Предлагается развитие ка-

тегориального аппарата теории управления социально-экономическими системами на основе принципов теории автоматического управления и закономерностей теории систем, качественной и количественной трактовки общесистемных категорий, таких как «целостность», «экономическая свобода», «устойчивость», «управляемость», быстродействие / инерционность в пространстве состояний экономических систем; разработаны содержательных и формальных процедур исследования и управления организационной и экономической деятельностью СЭО; методы реструктуризации хозяйствующих субъектов на основе системных механизмов децентрализации управления.

В теории информационного поля, предложенной **А.А. Денисовым** [15], были введены понятия чувственного и логического отражения. В последующем для практических приложений был создан диск-

ретный вариант теории, с помощью которого пояснялась идея отражения материи более популярно для инженеров и который позволил ввести понятия *чувственной информации* J (информация восприятия, элементная база системы), *логической информации* H (суть, потенциал) информации и их пересечения $C = J \cap H$, характеризующее смысл, сложность системы.

Разработаны классификации информационных систем и информационных технологий [22, 23].

Анализ теоретических основ и практики разработки информационных систем для предприятий и организаций показывает, что в настоящее время они фактически представляют собой комплексы, включающие не только ИС разного вида, разрабатываемые на предприятии, но и приобретаемые готовые программные продукты — предметноориентированные ИС (бухгалтерские, кадровые



Рис. 3. Структура многоуровневого информационного комплекса

и т.п.), и возникает проблема создания единого комплекса, объединяющего все виды информационного и программного обеспечения, необходимые для управления предприятием (организацией). На основе определения системы (1) предложены концепции многоуровневого информационно-управляющего комплекса, которую можно обосновать следующим образом (рис. 3).

Цели Z реализуются в форме функциональной страты (страта 2) назначение которой — обеспечить удобный доступ к информационным хранилищам — информационной страте (страта 3). Для этого нужно структурировать направления деятельности, цели Z организации, определить взаимосвязи между направлениями деятельности, целями (подцелями) и составляющими информационной страты. Одной из форм реализации доступа к информации является структура функциональной части АСУ, предназначенной для обеспечения информацией сферы организационного управления.

Информационная страта (страта 3) объединяет хранилища информации разного рода, создаваемые в организации в разных формах и на различных носителях, внешние базы данных. Структура информационного обеспечения и взаимосвязи информационных массивов с функциональной стратой реализует компоненту STR .

Коммуникационная страта (страта 4) реализует компоненту $TECH$, т. е. включает техническое, алгоритмическое, программное обеспечение информационной системы, в том числе взаимодействие в сети Интранет. С учетом того, что в информационной страте могут содержаться не только базы данных, но и массивы научно-технической информации и документальной информации другого вида, в страту можно включить технологии ин-

формационного поиска, т. е. $LS \equiv \langle RL, IND, KSS \rangle$ — логико-семантический аппарат, включающий информационно-поисковые языки RL , систему индексирования IND и критерии выдачи (или критерии смыслового соответствия KSS);

Компоненту N отражает пользовательская страта (страта 1). Эта страта должна обеспечить доступ к информации не только руководителям, но и всем сотрудникам организации. Для ее реализации необходимо определять информационных потребностей пользователей.

Между функциональной и информационной, а также между пользовательской и функциональной стратами возможно введение дополнительных страт, содержащих средства (алгоритмы, программные продукты) для обеспечения возможности более полного исследования взаимосвязей между компонентами этих страт.

В условиях развития новых информационных технологий (Data mining, Big data, Blockchain и др.), наряду с концепциями, способствующими реализации идеи создания многоуровневого информационно-управляющего комплекса, возникает еще одна концепция [26], в какой-то мере использующая идеи технологии блокчейн (в расширенном ее понимании), т. е. создания структур типа цепочек блоков, обеспечивающих сбор информации для принятия решений в условиях территориально распределенных баз данных и других источников информации. Такая информационная система формируется для принятия решения по конкретной проблеме и существует только в этот период, поэтому ее можно назвать временно-существующей или виртуальной информационной системой (ВИ-системой). Идея создания ВИ-системы экспериментально реализована при решении

задачи предоставления населению региона различных услуг: пособий, компенсаций, социальных выплат, и т.д. [36].

Работа по данному направлению позволила подготовить и издать следующие учебники.

Волкова В.Н. Теория информационных процессов и систем: учебник и практикум для академического бакалавриата. — М.: Изд-во Юрайт, 2014. — 502 с. — Серия: Бакалавр. Академический курс.

Информационные системы в экономике: учебник для академического бакалавриата / Под ред. **В.Н. Волковой** и **В.Н. Юрьева**. — М.: Изд-во Юрайт, 2016. — 402 с.

Оба учебника рекомендованы Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям.

Заключение

Школа «Системный анализ в проектировании и управлении» сотрудничает с Центральным экономико-математическим институтом РАН, Институтом научной информации по общественным наукам РАН, с Международной академией наук высшей школы, Международной академией информатизации, с научными коллективами и школами Южного Федерального университета, Томского государственного университета, Финансового университета при Правительстве РФ, Санкт-Петербургского государственного университета, СПб электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова-Ленина, СПб государственного экономического университета, Ростовского государственного экономического университета (РИНХ), Кубанского государственного аграрного университета, Воронежского государственного архитектур-

но строительного университета и ряда других вузов и научных организаций страны, с учеными, принимающими участие в проведении ежегодных научно-практических конференций «Системный анализ в проектировании и управлении из Института прикладного системного анализа Украины (г. Киев), из Высшей морской школы Польши (Akademia Morska,

Szczecin, Poland), из Норвегии, США, Финляндии, Эстонии и других стран.

Научные коллективы и школы вузов и научных организаций, сотрудничающие с нашей школой приведены на сайте *saenco.neva.ru*.

По решению конференции «Системный анализ в проектировании и управлении» подготовлен и издано ряд кол-

лективных монографий, справочников и учебников, авторами которых являются ученые из разных вузов.

Основные результаты, получаемые учеными, сотрудничающими в рамках школы, используются в учебном процессе Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого и многих других вузов.

Литература

1. Арефьев И.Б. Логико-рефлексивное моделирование технологии изготовления промышленных деталей. Калининград: Из-во БФУ им. И. Канта, 2012.
2. Афанасьев В.Г. Проблема целостности в философии и биологии. М.: Мысль, 1964. 416 с.
3. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем: критический обзор. Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23–82.
4. Болотова Л.С. Системы поддержки принятия решений: учебник и практикум. Под ред. Э. С. Болотова и В. Н. Волковой. М.: Изд-во Юрайт, 2017. Ч. 1. 257 с. Ч. 2. 260 с.
5. Боулдинг К. Общая теория систем скелет науки обзор. Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23–82.
6. Волкова В.Н. К методике проектирования автоматизированных информационных систем. Автоматическое управление и вычислительная техника. Вып. 11. М.: Машиностроение, 1975. С. 289–300.
7. Волкова В.Н. Развитие определения системы // Матер. Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении»: сб. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2001. С. 12–14.
8. Волкова В.Н. Об аксиоматическом построении теории систем // Системный анализ в проектировании и управлении: Сборник научных трудов XVIII Междунар. науч.-практич. конф. Ч. 1. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. С. 13–17.
9. Волкова В.Н. Классификация моделей систем // Системный анализ в экономике. Материалы научно-практич. конф. Пленарные доклады. М.: ЦЭМИ РАН, 2012. С. 83–89.
10. Волкова В.Н. Постепенная формализация моделей принятия решений. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. 120 с.
11. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавра. М.: Изд-во Юрайт, 2014. 616 с. Серия: Бакалавр. Академический курс.
12. Волкова В.Н., Темников Ф.Е. Подход к выбору метода формализованного представ-

References

1. Aref'ev I.B. Logiko-refleksivnoe modelirovanie tekhnologii izgotovleniya promyshlennykh detaley. Kalinigrad: Iz-vo BFU im. I. Kanta, 2012. (In Russ.)
2. Afanas'ev V.G. Problema tselostnosti v filosofii i biologii. Moscow: Mysl', 1964. 416 P. (In Russ.)
3. Bertalanfi L. fon. Obshchaya teoriya sistem: kriticheskiy obzor. Issledovaniya po obshchey teorii sistem. Moscow: Progress, 1969. P. 23–82. (In Russ.)
4. Bolotova L.S. Sistemy podderzhki prinyatiya resheniy: uchebnik i praktikum. Ed. E. P. Bolotov and V. N. Volkova. Moscow: Izd-vo Yurayt, 2017. Part 1. 257 P. Part 2. 260 P. (In Russ.)
5. Boulding K. Obshchaya teoriya sistem skelet nauki obzor. Issledovaniya po obshchey teorii sistem. Moscow: Progress, 1969. P. 23–82. (In Russ.)
6. Volkova V.N. K metodike proektirovaniya avtomatizirovannykh informatsionnykh sistem. Avtomaticheskoe upravlenie i vychislitel'naya tekhnika. Iss. 11. Moscow: Mashinostroenie, 1975. P. 289–300. (In Russ.)
7. Volkova V.N. Razvitie opredeleniya sistemy. Mater. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sistemnyy analiz v proektirovanii i upravlenii»: sb. Saint Petersburg: Izd-vo SPbGPU, 2001. P. 12–14. (In Russ.)
8. Volkova V.N. Ob aksiomaticheskom postroenii teorii system. Sistemnyy analiz v proektirovanii i upravlenii: Sbornik nauchnykh trudov XVIII Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. Part 1. Saint Petersburg: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2014. P. 13–17. (In Russ.)
9. Volkova V.N. Klassifikatsiya modeley system. Sistemnyy analiz v ekonomike. Materialy nauchno-praktich. konf. Plenarnye doklady. Moscow: TsEMI RAN, 2012. P. 83–89. (In Russ.)
10. Volkova V.N. Postepennaya formalizatsiya modeley prinyatiya resheniy. Saint Petersburg: Izd-vo SPbGPU, 2006. 120 p. (In Russ.)
11. Volkova V.N., Denisov A.A. Teoriya sistem i sistemnyy analiz: uchebnik dlya akademicheskogo bakalavra. Moscow: Izd-vo Yurayt, 2014. 616 P. Ser.: Bakalavr. Akademicheskii kurs. (In Russ.)
12. Volkova V.N., Temnikov F.E. Podkhod k vyboru metoda formalizovannogo predstavleniya

ления систем. В сб.: Моделирование сложных систем. М.: МДНТП, 1978. С. 38–40.

13. Волкова В.Н. Темников Ф.Е. Методы формализованного представления (отображения) систем: Лекции. М.: Ин-т повышения квалиф. информационных работников (ИПКИР) при ГКНТ СМ СССР, 1974. 114 с.

14. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. 332 с.

15. Денисов А.А. Теоретические основы кибернетики: Информационное поле. Л.: ЛПИ, 1975. 40 с.

16. Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: учебник. СПб.: 3-е изд. Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 304 с.

17. Денисов А.А. Макроэкономическое управление и моделирование: Пособие для начинающих реформаторов. СПб.: НПО «Омега», 1997. 40 с.

18. Денисов А.А. Универсальное моделирование деятельности (динамика массового обслуживания, экономики, управления). СПб.: ООО «Издательство Русь», 2003. 44 с.

19. Денисов А.А. Макроэкономическое управление и моделирование: Пособие для начинающих реформаторов. СПб.: Изд-во Политехн. университета, 2006. 72 с.

20. Игнат'ев М.Б. Кибернетическая картина мира. Теория сложных систем. СПб., 2011. 468 с.

21. Информационные технологии в системах управления. Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Ефремова. СПб.: Издательство Политехн. ун-та, 2017. 408 с.

22. Информационные технологии для поддержки принятия решений в проектировании и управлении / В.Н. Волкова, А.Ю. Васильев, А.А. Ефремов, А.В. Логинова // В сб. трудов XX Международной конференция по мягким вычислениям и измерениям «International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM-2017), Saint-Petersburg, 24–26 мая. С. 356–359.

23. Классификация информационных технологий / В.Н. Волкова, А.Ю. Васильев, А.А. Ефремов, В.Н. Юрьев // Открытое образование 2015, №5. С. 16–24.

24. Козлов В.Н., Волкова В.Н. Научно-педагогическая школа «Системный анализ в проектировании и управлении» // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. трудов XIX Междунар. науч.-практич. конф. Ч. 1. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. 488 с. С. 5

25. Компьютерная имитация экономических процессов. Под ред. А.А. Емельянова. М.: Маркет ДС, 2010. 464 с.

26. Концепция информационной системы для поддержки принятия решений в условиях

sistem. In.: Modelirovanie slozhnykh sistem. Moscow: MDNTP, 1978. P. 38–40. (In Russ.)

13. Volkova V.N. Temnikov F.E. Metody formalizovannogo predstavleniya (otobrazheniya) sistem: Lektsii. Moscow: In-t povysheniya kvalif. informatsionnykh rabotnikov (IPKIR) pri GKNT SM SSSR, 1974. 114 P. (In Russ.)

14. Gorelova G.V., Zakharova E.N., Radchenko S.A. Issledovanie slabostrukturirovannykh problem sotsial'no-ekonomicheskikh sistem: kognitivnyy podkhod. Rostov on Don: Izd-vo RGU, 2006. 332 p. (In Russ.)

15. Denisov A.A. Teoreticheskie osnovy kibernetiki: Informatsionnoe pole. Leningrad: LPI, 1975. 40 P. (In Russ.)

16. Denisov A.A. Sovremennye problemy sistemnogo analiza: uchebnik. Saint Petersburg: Izd-vo Politekh. un-ta, 2008. 3 ed. 304 P. (In Russ.)

17. Denisov A.A. Makroekonomicheskoe upravlenie i modelirovanie: Posobie dlya nachinayushchikh reformatorov. Saint Petersburg: NPO «Omega», 1997. 40 p. (In Russ.)

18. Denisov A.A. Universal'noe modelirovanie deyatel'nosti (dinamika massovogo obsluzhivaniya, ekonomiki, upravleniya). Saint Petersburg: ООО «Izdatel'stvo Rus'», 2003. 44 P. (In Russ.)

19. Denisov A.A. Makroekonomicheskoe upravlenie i modelirovanie: Posobie dlya nachinayushchikh reformatorov. Saint Petersburg: Izd-vo Politekh. universiteta, 2006. 72 P. (In Russ.)

20. Ignat'ev M.B. Kiberneticheskaya kartina mira. Teoriya slozhnykh sistem. SPb., 2011. 468 p. (In Russ.)

21. Informatsionnye tekhnologii v sistemakh upravleniya. Ed. V.N. Volkova and A.A. Efremov. Saint Petersburg: Izdatel'stvo Politekh. un-ta, 2017. 408 p. (In Russ.)

22. Volkova V.N., Vasil'ev A.Yu., Efremov A.A., Loginova A.V. Informatsionnye tekhnologii dlya podderzhki prinyatiya resheniy v proektirovanii i upravlenii. In: XX Mezhdunarodnoy konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam «International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM-2017), Saint Petersburg, 24–26 May. P. 356–359. (In Russ.)

23. Volkova V.N., Vasil'ev A.Yu., Efremov A.A., Yur'ev V.N. Klassifikatsiya informatsionnykh tekhnologiy. Otkrytoe obrazovanie 2015. №5. P. 16–24. (In Russ.)

24. Kozlov V.N., Volkova V.N. Nauchno-pedagogicheskaya shkola «Sistemnyy analiz v proektirovanii i upravlenii». In: Sistemnyy analiz v proektirovanii i upravlenii: sb. nauch. trudov XIX Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. Part 1. Saint Petersburg: Izd-vo Politekh. un-ta, 2015. 488 P. P. 5. (In Russ.)

25. Komp'yuternaya imitatsiya ekonomicheskikh protsessov. Ed. A.A. Emel'yanova. Moscow: Market DS, 2010. 464 P. (In Russ.)

26. Volkova V.N., Efremov A.A., Loginova A.V., Leonova A.E. Kontseptsiya informatsion-

территориально распределенных баз данных / Волкова В.Н., Ефремов А.А., Логинова А.В., Леонова А.Е. // Всероссийская научная конференция по проблемам управления в технических системах. 2017. № 1. С. 82–85.

27. Б.Кузин, В.Юрьев, Г.Шахдинаров. Методы и модели управления фирмой. СПб.: Питер, 2001. 432 с. Серия «Учебники для вузов».

28. Кукор Б.Л. Семиотика системного анализа и семантическая система логикилингвистической модели предметной области // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. трудов XIII Междунар. научно-практич. конф. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. Ч. 1. С. 164–169.

29. Лыпарь Ю.И. Системно-структурный синтез аналоговых электронных систем высокого качества // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. научных трудов XVIII Международной научно-практической конференции. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. С. 132–135.

30. Нечаев В.В. Введение в теорию метамоделирования систем. М.: Информациология, 1997. 64 с.

31. Никаноров С.П. Теоретико-системные конструкты для концептуального анализа и проектирования. Сер.: Концептуальный анализ и проектирование. История направления. М.: Концепт, 2006.

32. Ньюэлл А., Шоу Дж., Саймон Г. Разновидности интеллектуального обучения «вычислителя для решения задач общего типа» // В кн.: Самообучающиеся системы. М.: Мир, 1964.

33. Основы системного подхода и их приложение к разработке территориальных автоматизированных систем управления. Под ред. Ф.И. Перегудова. Томск: Издательство Томского университета. 244 с.

34. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знанию. СПб.: Питер, 2009. 624 с.

35. Пospelov Д.А. Ситуационное управление: Теория и практика. М.: Наука, 1986. 284 с.

36. Системное проектирование радиоэлектронных предприятий с гибкой автоматизированной технологией. Под ред. В.А. Мясникова и Ф.Е. Темникова. М.: Радио и связь, 1990. 296 с.

37. Системный анализ в экономике и организации производства: Учебник для студентов вузов. Под ред. С. А. Валуева, В. Н. Волковой. Л.: Политехника, 1991. 398 с.

38. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи / В. Н. Волкова, В. А. Воронков, А. А. Денисов и др. М.: Радио и связь, 1983. 248 с.

39. Тибилова Г.С. Модели и инструментальные средства при принятии решений в условиях распределенных массивов информации // «На-

noy sistemy dlya podderzhki prinyatiya resheniy v usloviyakh territorial'no raspredelennykh baz dannykh. In: Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya po problemam upravleniya v tekhnicheskikh sistemakh. 2017. № 1. P. 82–85. (In Russ.)

27. B.Kuzin, V.Yur'ev, G.Shakhdinarov. Metody i modeli upravleniya firmoy. Saint Petersburg: Piter, 2001. 432 P. (In Russ.)

28. Kukor B.L. Semiotika sistemnogo analiza i semanticheskaya sistema logikolingvisticheskoy modeli predmetnoy oblasti. Sistemnyy analiz v proektirovanii i upravlenii: sb. nauch. trudov XIII Mezhdunar. nauchno-praktich. konf. Saint Petersburg: Izd-vo Politekh. un-ta, 2009. Part 1. P. 164 – 169. (In Russ.)

29. Lypar' Yu.I. Sistemno-strukturnyy sintez analogovykh elektronnykh sistem vysokogo kachestva. In: Sistemnyy analiz v proektirovanii i upravlenii: sb. nauchnykh trudov XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Saint Petersburg: Izd-vo Politekh. un-ta, 2014. P. 132–135. (In Russ.)

30. Nechaev V.V. Vvedenie v teoriyu metamodelirovaniya sistem. Moscow: Informatsiologiya, 1997. 64 P. (In Russ.)

31. Nikanorov S.P. Teoretiko-sistemnye konstruktory dlya kontseptual'nogo analiza i proektirovaniya. Ser.: Kontseptual'nyy analiz i proektirovanie. Istoriya napravleniya. Moscow: Kontsept, 2006. (In Russ.)

32. N'yuell A., Shou Dzh., Saymon G. Raznovidnosti intellektual'nogo obucheniya «vychislatelya dlya resheniya zadach obshchego tipa». In: Samoobuchayushchiesya sistemy. Moscow: Mir, 1964. (In Russ.)

33. Osnovy sistemnogo podkhoda i ikh prilozhenie k razrabotke territorial'nykh avtomatizirovannykh sistem upravleniya. Ed. F.I. Peregudov. Tomsk: Izdatel'stvo Tomskogo universiteta. 244 P. (In Russ.)

34. Paklin N.B., Oreshkov V.I. Biznes-analitika: ot dannykh k znaniyu. Saint Petersburg: Piter, 2009. 624 P. (In Russ.)

35. Pospelov D.A. Situatsionnoye upravlenie: Teoriya i praktika. Moscow: Nauka, 1986. 284 P. (In Russ.)

36. Sistemnoye proektirovanie radioelektronnykh predpriyatiy s gibkoy avtomatizirovannoy tekhnologiyey. Ed. V.A. Myasnikova and F.E. Temnikova. Moscow: Radio i svyaz', 1990. 296 P. (In Russ.)

37. Sistemnyy analiz v ekonomike i organizatsii proizvodstva: Uchebnik dlya studentov vuzov. Ed. P. A. Valueva, V. N. Volkovoy. Leningrad: Politekhnik, 1991. 398 P. (In Russ.)

38. Volkova V. H., Voronkov V. A., Denisov A. A. et. al. Teoriya sistem i metody sistemnogo analiza v upravlenii i svyazi. Moscow: Radio i svyaz', 1983. 248 P. (In Russ.)

39. Tibilova G.S. Modeli i instrumental'nye sredstva pri prinyatii resheniy v usloviyakh raspredelennykh massivov informatsii. In: «Nauchno-

учно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки». СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2010. С. 232–235.

40. Холл А. Опыт методологии для системотехники. М.: Сов. радио, 1975. 448 с.

41. Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975. 191 с.

42. Уёмов А.И. Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978. 272 с.

43. Форрестер Дж. Мировая динамика. М.: Наука, 1978. 167 с.

44. Шашихин В.Н. Интегральные динамические системы: Модели. Анализ. Синтез. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. 214 с.

45. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М. Изд-во иностр. лит., 1959.

tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki». Saint Petersburg: Izd-vo SPbGPU, 2010. P. 232–235. (In Russ.)

40. Khol A. Opyt metodologii dlya sistemotekhniki. Moscow: Sov. radio, 1975. 448 P. (In Russ.)

41. Chernyak Yu.I. Sistemnyy analiz v upravlenii ekonomikoy. Moscow: Ekonomika, 1975. 191 P. (In Russ.)

42. Uemov A.I. Sistemnyy podkhod i obshchaya teoriya sistem. Moscow: Mysl', 1978. 272 P. (In Russ.)

43. Forrester Dzh. Mirovaya dinamika. Moscow: Nauka, 1978. 167 P. (In Russ.)

44. Shashikhin V.N. Integral'nye dinamicheskie sistemy: Modeli. Analiz. Sintez. Saint Petersburg: Izd-vo SPbGPU, 2003. 214 P. (In Russ.)

45. Eshbi U.R. Vvedenie v kibernetiku. Moscow: Izd-vo inostr. lit., 1959. (In Russ.)

Сведения об авторах

Юрий Сергеевич Васильев

Д.т.н., профессор, академик РАН
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

Виолетта Николаевна Волкова

Д.э.н., профессор
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия
Эл. почта: violetta_volkova@list.ru

Владимир Николаевич Козлов

Д.т.н., профессор
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

Артем Александрович Ефремов

К.ф.-м.н., доцент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

Information about the authors

Yuriy S. Vasil'ev

Dr. Sci. (Engineering), Professor, Academician of RAS,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia

Violetta N. Volkova

Dr. Sci. (Economics), Professor
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia
E-mail: violetta_volkova@list.ru

Vladimir N. Kozlov

Dr. Sci. (Engineering), Professor
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia

Artem A. Efremov

Cand. Sci. (Math.-Phys.), Associate Professor
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia

Разработка метода непрерывного совершенствования услуг с использованием инструментов Business Intelligence*

Цель исследования — разработка метода непрерывного совершенствования услуг с использованием инструментов Business Intelligence.

Материалы и методы: использованы материалы о концепции Цикла Деминга, методы и технологии Business Intelligence, методология Agile и SCRUM.

Результаты. В статье рассматривается проблема непрерывного совершенствования услуги и предлагается вариант решения с использованием методов и технологий Business Intelligence. В данном случае назначение этой технологии заключается в том, чтобы решить и принять окончательное решение касательно того, что именно требует улучшения в текущей организации услуги. Иными словами, Business Intelligence помогает менеджеру продукта увидеть то, что скрыто от «человеческого глаза» на основании полученных и обработанных данных. Разработка метода основана на концепции Цикла Деминга и на методологиях Agile и SCRUM.

В статье описываются основные этапы разработки метода с учетом вида деятельности предприятия. Для выявления узких мест и обоснования необходимости их устранения и в целом для непрерывного совершенствования услуги, необходимо полное построение системы Business Intelligence на предприятии. Этот процесс представлен в нотации DFD. В статье представлена схема выбора подходящей гибкой методологии.

Предложена концепция решения заявленных задач, включающая в себя методику выявления проблем с помощью технологий Business Intelligence, разработку части системы для устранения проблем и анализ результатов внедренных изменений. Приведено техническое описание реализации проекта.

Заключение. По итогам работы авторов была сформирована концепция метода постоянного совершенствования услуги с использованием технологий Business Intelligence, учитывающая специфику предприятий, предлагающих SaaS-решения. Также было установлено, что при использовании данного метода ре-

комендуемой методологией разработки является SCRUM. Результатом данной научной работы является метод постоянного улучшения ИТ-услуг с использованием Business Intelligence для предприятий, предлагающих SaaS-решения, который решает выявленные проблемы в существующих методах непрерывного совершенствования. Представленный в работе метод состоит из следующих шагов:

- анализ существующего состояния услуги и выявление узких мест;
- анализ возможных причин возникновения проблем;
- формирование требований к совершенствованию услуги;
- разработка части системы, включающая в себя устранение проблем;

— анализ полученных результатов внедренных изменений;

— определение новых измеряемых критериев и сбор данных.

Разработанный метод был использован на предприятии ООО «Solomoto». В ходе практической апробации данного метода была устранена выявленная проблема обучающих руководств в SaaS-платформе Solomoto. Помимо этого, были выявлены ряд положительных эффектов от внедрения данного метода на предприятии. В их число входят следующие:

- увеличение качества формирования требований;
- улучшение реакции на потребности бизнеса;
- уменьшение затрат и негативного влияния на реализацию изменений;
- повышение качества информации о состоянии услуг, а также улучшение различных метрик.
- повышение качества работы персонала;
- повышение конкурентоспособности предприятия, за счет непрерывного улучшения и поддержания услуги в актуальном состоянии.

Ключевые слова: совершенствование услуг, услуга информационных технологий, Business Intelligence, BI, SaaS, Agile, SCRUM.

Svetlana V. Kulikova, Alexander A. Kruglov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Development of a method of continuous improvement of services using the Business Intelligence tools

The purpose of the study was to develop a method of continuous improvement of services using the Business Intelligence tools.

Materials and methods: the materials are used on the concept of the Deming Cycle, methods and Business Intelligence technologies, Agile methodology and SCRUM.

Results: the article considers the problem of continuous improvement of services and offers solutions using methods and technologies of Business Intelligence. In this case, the purpose of this technology is to solve and make the final decision regarding what needs to be

improved in the current organization of services. In other words, Business Intelligence helps the product manager to see what is hidden from the “human eye” on the basis of received and processed data. Development of a method based on the concept of the Deming Cycle and Agile methodologies, and SCRUM.

The article describes the main stages of development of method based on activity of the enterprise. It is necessary to fully build the Business Intelligence system in the enterprise to identify bottlenecks and justify the need for their elimination and, in general, for continuous

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-07-01062 «Разработка методов и средств инжиниринга предприятий на основе интеллектуальных технологий»).

improvement of the services. This process is represented in the notation of DFD. The article presents a scheme for the selection of suitable agile methodologies.

The proposed concept of the solution of the stated objectives, including methods of identification of problems through Business Intelligence technology, development of the system for troubleshooting and analysis of results of the introduced changes. The technical description of the project is given.

Conclusion: following the work of the authors there was formed the concept of the method for the continuous improvement of the services, using the Business Intelligence technology with the specifics of the enterprises, offering SaaS solutions. It was also found that when using this method, the recommended development methodology is SCRUM. The result of this scientific research is the continuous improvement of IT services, using Business Intelligence for enterprises, offering SaaS solutions, which solves the problems, identified in the existing methods of continuous improvement. Proposed method consists of the following steps:

- analysis of the current status of the service and identification of bottlenecks;
- analysis of possible causes of problems;

- formation of requirements to improve services;
- development of the part of the system, including troubleshooting;
- analysis of the results of the implemented changes;
- definition of new measurable criteria and data collection.

The developed method was used at the enterprise Ltd “Solomoto”. In the course of practical testing of this method the identified problem of tutorials in SaaS platform Solomoto was eliminated. In addition, they identified several positive effects from the implementation of this method in the enterprise. They include the following:

- increase in the quality of requirements’ formation;
- improving response to business needs;
- reduce costs and negative impact on the implementation of changes;
- improving the quality of information on the state of services and the improvement of various metrics;
- improving the quality of work of staff;
- improving the competitiveness of enterprises through continuous improvement and maintaining the service up to date.

Keywords: service improvement, information technology service, Business Intelligence, BI, SaaS, Agile, SCRUM.

Введение

В последнее время, SaaS особенно актуален в инновационных предприятиях и в инновационных отраслях экономики. И для такого рода предприятий остро стоит вопрос об актуальности и своевременности предоставляемых услуг. Поэтому необходимо понимать и учитывать, что именно и в какой момент стоит улучшить в предоставляемой ИТ-услуге. Для решения такого вопроса зачастую используется концепция CSI (continuous service improvement) – непрерывное улучшение (совершенствование) услуг.

В CSI особое место уделяется анализу текущей организации предоставляемой ИТ-услуги. Такого рода анализ можно провести с помощью технологии Business Intelligence (BI). В данном случае назначение BI заключается в том, чтобы решить и принять окончательное решение касательного того, что именно требует улучшения в текущей организации ИТ-услуги. Иными словами, BI помогает менеджеру продукта увидеть то, что скрыто от «человеческого глаза» на основании полученных и обработанных данных.

На текущий момент все известные подходы к CSI не учитывают специфику SaaS решений. Учет данной специ-

фики позволит избежать ряда ошибок, возникающих на этапе анализа эффективности текущей организации ИТ-услуги, что, в конечном итоге, приведет к повышению качества предоставляемой ИТ-услуги. Поэтому разработка метода непрерывного совершенствования услуг SaaS-решений, учитывая недостаточную теоретическую и практическую разработанность, особенно актуальна.

Степень научной разработанности проблематики непрерывного совершенствования ИТ-услуг. Активное использование методов совершенствования услуг, и, в частности, методов непрерывного совершенствования в различных областях современной жизни повлекло за собой развитие данных методов и в сфере информационных технологий. Методы постоянного совершенствования ИТ-услуг объединяют в себе принципы, методы, практики, относящиеся к управлению качеством, управлению изменениями и совершенствованию способностей.

В России проблемы управления качеством ИТ-услуг занимались Агафонов А.Н. [1], Денисова А.Л. [2], Козлов П.М. [3], Круглов М.Г. [4], Кушников К.В. [5], Симонов Ю.Т. [6]

Значительный вклад в развитие теории управления из-

менениями внесли многие российские ученые: Анискин Ю.П. [7], Великий А.А. [8], Павлов В.А. [9], Широкова Г.В. [10] и др.

Если же говорить непосредственно о непрерывном совершенствовании ИТ-услуг, то в России, на данный момент, эта проблематика изучена недостаточно, однако известны работы следующих ученых: Доронина Ю.В. [11], Тушавин В.А. [12], Чумаков Р.Е. [13] Однако, несмотря на то, что в их работах рассмотрены проблемы совершенствования услуг, не учитывается вопрос непрерывности.

Данная проблема более популярна среди зарубежных ученых, в их числе Голдратт Э.М. [14,15] и многие другие.

Разработки вышеуказанных авторов имеют большое теоретическое и практическое значение. Однако в их работах не рассмотрены вопросы применения методов непрерывного совершенствования для SaaS.

Формирование концепции метода непрерывного совершенствования услуг

Как было сказано выше, SaaS имеет ряд особенностей:

- приложение приспособлено для удаленного использования;
- одним приложением пользуется много пользователей;

- обновление и модернизация происходят оперативно и прозрачно для клиента;
- оплата взимается в виде подписок или абонентской платы;
- состоит, как правило, из несколько более мелких модулей;
- обновления и модернизация происходят регулярно;
- возможность самостоятельного расширения функционала конечным пользователем.

Так как существующие методы непрерывного совершенствования ИТ-услуги не учитывают особенности SaaS, то ниже представлена концепция метода непрерывного совершенствования услуги, учитывающая все наиболее важные особенности SaaS:

1. Анализ существующего состояния услуги и выявление узких мест. На данном этапе должен проводиться аналитический мониторинг всей ИТ-услуги. На основе выявленных данных, специалисты делают вывод о том, что существует некоторая проблема, которая мешает эффективной работе всей ИТ-услуги. Проблемы могут быть, как техническими, как связанными с ценообразованием, так и с дизайном, а также многим другим. И каждая из таких проблем имеет различное влияние на эффективность работы ИТ-услуги. Стоит понимать, что для объективной оценки состояния ИТ-услуг на предприятии должна быть внедрена качественная аналитика.

2. Анализ возможных причин возникновения проблем. Данный этап является наименее объективным, и как следствие, наиболее ответственным. Так как возможных причин возникновения проблем и узких мест в услуге может быть огромное множество. И не всегда можно однозначно сказать, что именно послужило причиной.

3. Формирование требований к совершенствованию услуги. Перед тем, как начать устранение выявленных проблем, необходимо выявить функциональные и нефункциональные требования, а затем описать их и передать в разработку. В рамках методологии для описания требований используются форматы пользовательских историй и сценариев использования. Непрерывное совершенствование услуг не предъявляет дополнительных условий к форме описания сценариев использования.

4. Разработка части системы, включающая в себя устранение проблем. Так как непрерывное совершенствование услуги вписывается в концепцию Цикла Деминга, то при разработке необходимо выбрать Agile методологию, в частности, это может быть Scrum или его производные. Новая рабочая версия SaaS продукта, то есть, версия с устраненной проблемой, должна быть получена каждые 1–4 недели. Данные сроки должны быть регламентированы еще до начала разработки. Стоит понимать, что, чем качественнее требования, описанные на предыдущем шаге, тем выше шанс получить наиболее качественную, выпущенную версию продукта.

5. Анализ полученных результатов внедренных изменений. Данный этап должен осуществляться параллельно с другими этапами данного метода. Так как в SaaS эффективность полученных изменений можно получить только на довольно большой выборке. Иными словами, нужно провести аналитический мониторинг и выявить реакцию конечных пользователей на внедренное изменение. Способы, используемые для анализа полученных результатов после внедрения, могут совпадать со способами и методами, используемыми на первом этапе метода непрерывного совершенствования

6. Определение новых узких мест. После того, как была выпущена новая версия ИТ-услуги и параллельно с тем, как проходит анализ полученных результатов после устранения проблемы, необходимо снова проанализировать систему на предмет выявления проблем, но стоит упомянуть, что на данном этапе из общего рассмотрения должна быть выкинута та часть, которая была внедрена в последнем релизе, так как невозможно определить ее эффективность на такой малой выборке. Иными словами, происходит формирование постоянного цикла (круга) непрерывного улучшения услуги. Именно на этом шаге формируется непрерывность улучшения.

Выявление проблем в существующем состоянии ИТ-услуги

Стоит подчеркнуть, в последнее время, SaaS особенно актуален и на рынке растет потребность в таких системах. Также стоит упомянуть, что на рынке ИТ особенно актуальны аналитические системы, позволяющие существенно повысить качество принимаемых решений [16]. Особое место среди аналитических систем занимают системы класса Business Intelligence.

Технологии BI позволяют существенно упростить процесс принятия решений и получения отчетности всеми сотрудниками компании, основываясь на возможностях многомерного (OLAP) анализа данных. Это средство многомерного интерактивного анализа больших массивов информации с помощью специализированных аналитических моделей (OLAP-кубов), а также позволяющее формировать отчеты как в табличном, так и в графическом виде [17].

На основании имеющихся данных можно выявить наиболее узкие места в SaaS

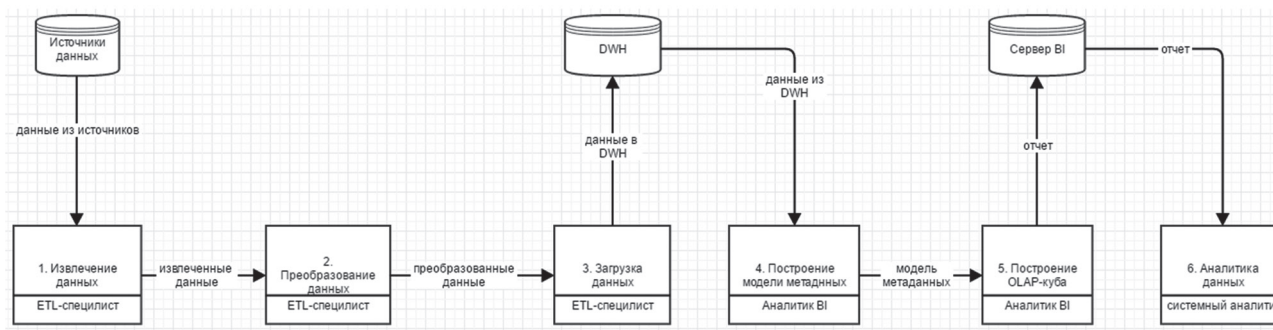


Рис. 1. Схема построения BI на предприятии

приложении и сформировать необходимые требования по их устранению. Для выявления узких мест и обоснования необходимости их устранения и в целом для непрерывного совершенствования услуги, необходимо полное построение BI на предприятии. Этот процесс представлен на Рис. 1 в нотации DFD.

В качестве источников данных могут применяться различные форматы файлов, в частности, это могут быть текстовые файлы, файлы excel, файлы xml, реляционные базы данных (MS SQL, DB2, MySQL), нереляционные базы данных (Mongo DB, eXist, CouchDB), различные метрики (Яндекс.Метрика, Google Analytics) и др. Поддерживаемые источники данных зависят только от выбранного на предприятии ETL-инструмента.

На рисунке 1 представлена полная схема построения BI. Стоит также понимать, что, если на предприятии уже построен BI, то весь процесс по анализу существующего состояния услуги и выявления узких мест сводится к построению OLAP-куба и анализу данных (аналитического мониторинга).

На этапе аналитического мониторинга проводится выявление проблем в ИТ-услуге. Это означает, что представляются ряд показателей, после чего выявляется соответствие или несоответствие услуги/части услуги (модуля) предоставляемым требованиям. В

частности, такими показателями могут быть:

- процент ухода пользователей со страницы;
- процент негативных отзывов пользователей;
- количество пользователей;
- среднее количество просмотренных страниц за сеанс пользователем;
- количество действий для получения пользователем желаемого результата;
- и др.

Данные показатели зависят от предметной области SaaS приложения и структуры самого SaaS, поэтому для каждого SaaS требуются свои показатели эффективности. Стоит упомянуть, что для аналитического мониторинга может также использоваться и Data Mining (рус. Добыча данных), использование интеллектуальных методов добычи данных позволяет еще точнее выявить проблемы, а иногда и получить совершенно неожиданные результаты. В качестве систем, предлагающих работу по добыче данных наиболее популярными, являются следующие: SPSS Modeler, Rapid Miner, SAS, а также российская система Deductor Studio. Однако, как показывает практика, к использованию Data Mining готовы далеко не все предприятия, и они обходятся только использованием OLAP.

Использование BI для анализа существующего состояния услуги и выявления узких мест может служить как для полно-

го перепроектирования услуги (или отдельного модуля), так и для ее улучшения. Использование BI для обследования текущего состояния SaaS услуги и для выявления узких мест имеет ряд преимуществ:

1. Повышение эффективности и качества принятия решений на основании имеющихся данных.

2. Возможность получить неожиданные результаты, которые помогут реорганизовать текущий процесс.

3. Повышение доступности данных.

Несмотря на очевидные преимущества от использования BI имеются проблемы и недостатки:

1. Возможны ошибки при интерпретации тех или иных данных, что напрямую связано с компетентностью участников построения BI.

2. Не все предприятия готовы тратить на использование BI для анализа качества услуги и выявления узких мест. Несмотря на рост популярности BI многие предприятия еще не готовы внедрять BI-системы, не понимая их очевидные преимущества.

Стоит отметить, что использование BI как метода выявления узких мест в текущей организации SaaS сервиса не предполагает использование какого-то конкретного BI-продукта и конкретного ETL-инструмента. Но несмотря на это, выбор BI-системы является одним из важнейших элементов данного метода. Учитывая

динамичное развитие рынка данного программного обеспечения, необходимо проводить анализ их возможностей. Рекомендуется следующая критериальная база сравнения систем: возможности информационной системы (аналитические инструменты); аналитические задачи, которые позволяет решать система; категории пользователей системы. Также при выборе подходящей BI-системы стоит учитывать стоимость продукта и квалификацию пользователей приобретаемой платформы. Наиболее популярными BI-системами являются следующие решения: SAS, IBM Cognos BI, Tableau, Qlikview, SAP BO, Oracle BI, а также российская система Prognoz [18]. Наиболее же популярными ETL-инструментами являются следующие решения: IBM Data Stage, Pentaho Data Integration и Oracle Data Integration.

Стоит понимать, что в методе непрерывного совершенствования услуги под термином «проблемы» имеются в виду любые проблемы, которые снижают эффективность ИТ-услуги. Проблемами могут являться узкие места. Согласно определению, узкие места процесса – операции и связи, снижающие эффективность процесса, увеличивая его трудоемкость и стоимость. Узкие места обычно представляют собой дублирующиеся операции/работы, временные задержки свыше нормы, информационные петли, перегрузки отдельных элементов.

Также в число проблем ИТ-услуги входят проблемы с технической реализацией и качеством информационной системы. Также проблемы могут быть связаны с тем, что услугой пользуются не в той мере, в которой хотелось быть вендору SaaS. Это означает, что проблема – это всё, что мешает, как конечному пользователю, так и вендору SaaS, быть полностью удовлетворенными

услугой. Причин возникновения тех или иных проблем может быть огромное множество, поэтому на практике данный этап является наименее объективным, и как следствие, наиболее ответственным. Так как возможных причин возникновения проблем и узких мест в услуге, может быть огромное множество. И не всегда можно однозначно сказать, что именно послужило причиной. Зачастую выявление причин возникновения проблем сводится к опыту и компетентности специалиста, занимающегося выявлением причины. Таким специалистом может быть, как аналитик данных, как системный аналитик, как владелец продукта, так и руководитель проекта.

Наиболее благоприятным и точным является та ситуация, когда причину возникновения проблем можно обосновать с помощью проведенных расчетов. Для такого обоснования могут быть представлены ряд формул, которые определяет сам специалист, занимающийся выявлением причины.

Если же причину нельзя обосновать численно, то все сводится к опыту специалиста. Если, исходя из полученных данных, он видит, что какой-то из инструментов совсем не приносит никакой прибыли, то причин может быть множество: проблемы с дизайном, ценообразованием, сложностью функционала, слабым справочным материалом. И тут уже сам специалист должен понять, что именно из этого послужило причиной возникновения проблем, а порой причиной могла быть и совокупность факторов.

Как было сказано выше, данный этап является одним из наиболее ответственных, так как неправильное определение причины возникновения проблемы может привести к ошибкам при формировании требований. Если на устранение проблемы будут потрачены

несколько недель, а, по итогам, окажется, что выявленная проблема не решена, то, по сути, впустую будут потрачены несколько недель разработки, а, следовательно, и лишние деньги.

Разработка части системы, включающая в себя устранение проблем

Так как весь процесс непрерывного совершенствования услуги вписывается в концепцию Цикла Деминга, о которой было сказано выше, то целесообразно использовать гибкие методологии разработки (Agile). В данный момент гибкий подход к разработке набирает популярность и существует множество различных методологий, самыми популярными из которых являются Scrum, XP, Lean, AUP, Kanban. Выбор подходящей методологии зависит от ряда факторов: приоритетов бизнеса, приемлемого способа коммуникации и взаимодействия команды, количество серьезных рисков, часто ли меняются требования, что приоритетнее: скорость или качество? И многое другое.

В частности, выбор подходящей методологии может быть представлен на рис. 2.

Исходя из рис. 2, можно сделать вывод, что, так как представленный метод предполагает постоянные улучшения, то рекомендуемой методологией может быть Scrum и другие скрамopodobные методологии (Scrumban, Scrum+XP и другие).

Весь процесс Scrum можно представить на рис. 3.

Если же говорить непосредственно о формировании требований, то Agile и Scrum, в частности, в качестве форматов описания требований используются короткие User Stories (пользовательские истории) и Use cases (пользовательские сценарии).

Пользовательские истории – это краткое изложение фун-

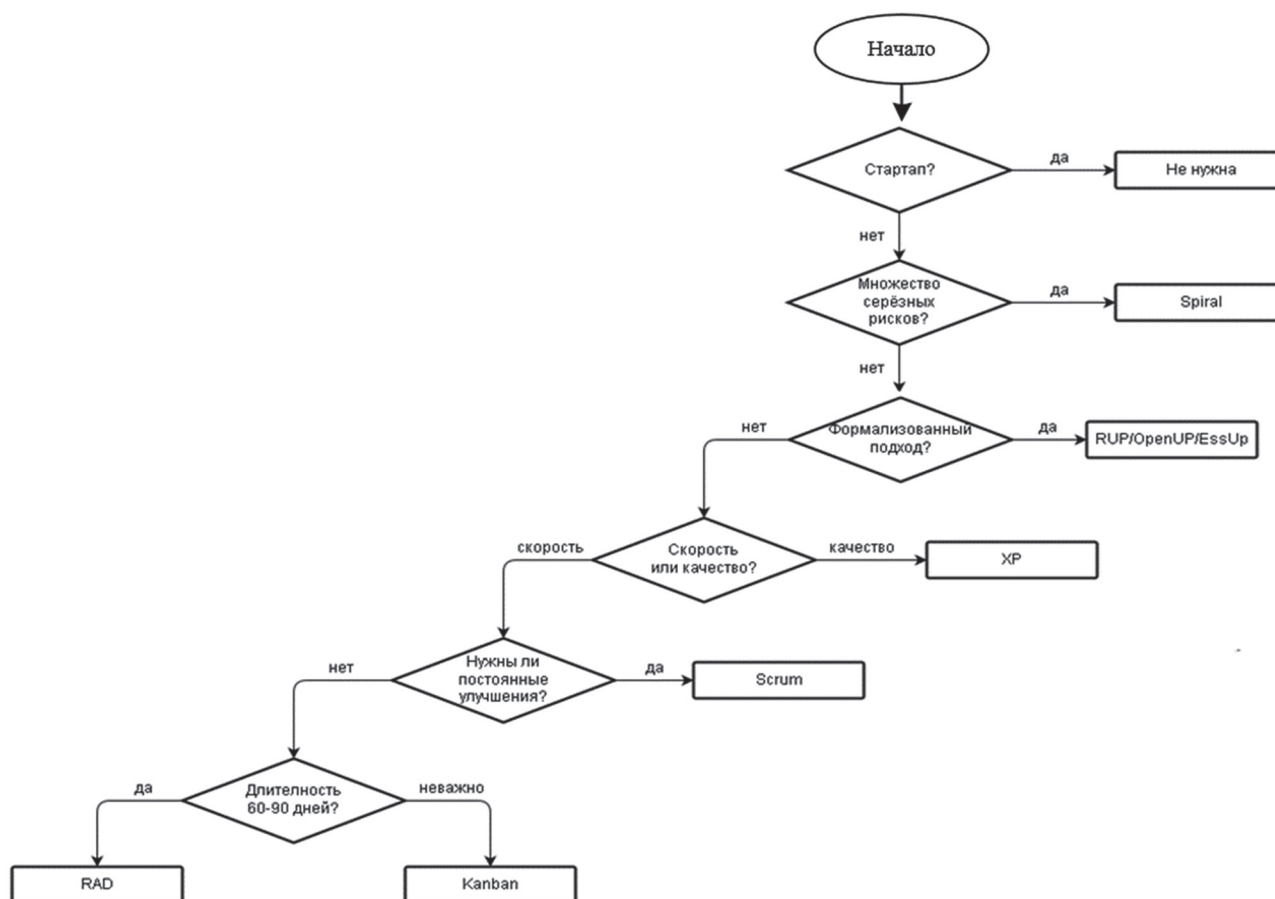


Рис. 2. Схема выбора подходящей гибкой методологии

кциональных возможностей, реализация которых необходима для получения конкретным заинтересованным лицом пользы от программного продукта [19]. Наиболее популярный формат описания пользовательских историй включает в себя три компонента:

1. Роль пользователя. Отвечает на вопрос «Кто?»
2. Необходимое поведение (функция, действие). Отвечает на вопрос «Что делает?»
3. Выгода, ценность. Отвечает на вопросы «Зачем?», «Для чего?»

Схематично это можно представить так:

Как <роль>, я хочу <поведение> для <ценность>.

После того, как сформированы пользовательские истории, если это необходимо, они подробно расписываются в виде пользовательских сценариев. Как правило, такая необходимость существует. Сцена-

рии хорошо взаимодействуют с подготовленными ранее пользовательскими историями и покрывают их. Разработка сценариев идет совместно с дизайнером и описывает будущее поведение системы, которое нужно отразить дизайнеру. Существует множество различных вариантов формирования требований и описания пользовательских сценариев. Самыми популярными являются:

- пронумерованный список этапов, оформленный в виде таблицы;
- двухколончатая таблица Вирфс-Брока;
- свободное описание;
- табличное представление;
- полный формат Коберна;
- диаграммы деятельности, переходов состояний, вариантов использования, – последовательности;
- и др.

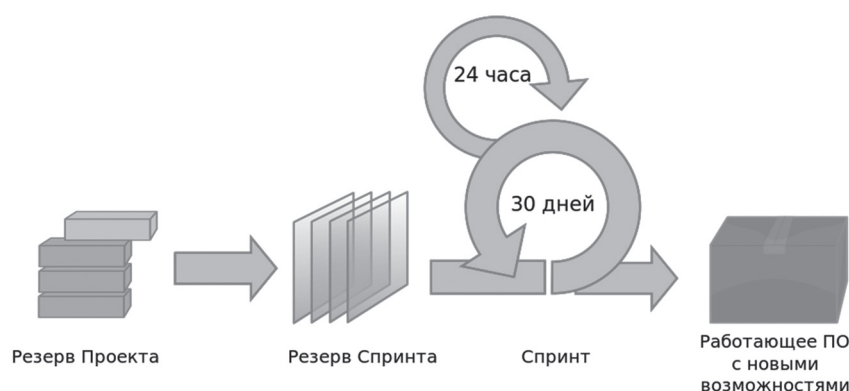


Рис. 3. Scrum процессы

Выбор формата требований зависит от ряда факторов, в частности, от размера предприятия, размера и важности проекта, исторически сложившихся традиций, от пожеланий разработчиков и многого другого. Стоит учитывать, что метод непрерывного совершенствования услуги с использованием Business Intelligence для SaaS не подразумевает выбор какого-то конкретного формата описания требований.

После того, как Владелец продукта описал все необходимые требования по устранению выявленных на этапе анализа существующего состояния услуги и на этапе анализа возможных причин возникновения проблем, требования вместе с резервами спринта и проекта (бэклогами) передаются в разработку. И по итогам спринта изменения будут внедрены в систему.

Команда разработки в методе непрерывного совершенствования услуги с использованием методологии разработки Scrum обладает следующими характеристиками:

1. Они самоорганизованные. Никто (даже Скрам Мастер) не может указывать Команде, каким образом создавать Инкременты работающей функциональности из Бэклога Продукта.

2. Команды Разработки – кросс-функциональны, обладают всеми навыками, необходимыми для разработки Инкремента продукта.

3. Скрам не признает никаких других должностей в Команде Разработки, кроме как Разработчик, невзирая на вид работы, выполняемой человеком; у этого правила нет исключений.

4. У Команды Разработки нет подкоманд, которые бы выполняли отдельные функции, как, к примеру, команда тестирования или бизнес-анализа.

5. Отдельные члены Команды Разработки могут вла-

деть специализированными знаниями в различных областях, однако ответственность лежит на всей Команде Разработки в целом

6. Оптимальный состав: 3–9 человек. Если в Команде Разработки менее трех человек, взаимодействие уменьшается, что приводит к снижению продуктивности. Небольшой команде может не хватить навыков в течение Спринта, что помешает завершить работу над потенциально готовым к выпуску Инкрементом продукта. Если же в Команде более девяти человек, потребуется больше усилий для координации их работы. Большие Команды Разработки создают слишком много сложностей для управления эмпирическим процессом. Роли Владельца Продукта и Скрам Мастера не учитываются при подсчете размера Команды Разработки за исключением случаев, когда они выполняют работу из Бэклога Спринта [20].

Команда отвечает за разработку продукта итерациями (спринтами). Команда определяет самостоятельно:

- продолжительность спринта;
- емкость (capacity) команды;
- размер её фокус фактора (коэффициент слаженности);
- трудоемкость требований, которые будут реализованы в спринте;
- очередность выполнения задач и многое другое.

Использование Scrum для разработки особенно актуально для SaaS приложений, как на ранних стадиях, когда можно запустить проект с реализацией только минимального функционала, так и на более поздних стадиях после улучшения небольшой части проекта без разработки всех остальных ее частей.

Спринт состоит из четырех процессов:

1. Планирование. На данном этапе проверяется бэклог

и определяется, какие задачи могут быть выполнены в течение спринта, а также определяется состав команды разработки на текущий спринт.

2. Реализация. На данном этапе происходит написание кода к требуемому функционалу. В идеальной команде многие процессы происходят параллельно, например, разработчик пишет код, а тестировщик параллельно занимается тестированием приложения.

3. Релиз. На текущем этапе происходит развертывание реализованного функционала, после чего данный функционал становится виден конечному пользователю. Для более качественного проведения релиза на предприятии рекомендуется внедрение процесса управления релизами. Частями процесса управления релизами являются:

- библиотека эталонного программного обеспечения, в которой хранятся копии всего используемого программного обеспечения;

- запас комплектующих и документации для быстрого решения проблем с аппаратным обеспечением.

Внедрение процесса Управления релизами позволяет:

- вносить изменения в ИТ-среду без ухудшения качества обслуживания;

- уменьшить число инцидентов, вызванных несовместимостью новых систем с установленным аппаратным и программным обеспечением;

- тщательное тестирование новых ИТ-решений позволяет выявить и предотвратить потенциальные вопросы и проблемы у пользователей;

- снизить количество неконтролируемых версий программного обеспечения в ИТ-среде и тем самым предотвратить риски, связанные с использованием нелицензионного ПО;

- предотвратить утрату исходных файлов программного обеспечения.

4. Ретроспектива. Команда обсуждает спринт и возникшие при реализации проблемы. Данный процесс направляет на то, чтобы решить, как можно улучшить работу в следующем спринте.

Подводя итоги, можно сказать, что метод непрерывного совершенствования услуги с использованием Business Intelligence для SaaS приложений не предъявляет требований к техническому обеспечению. Это означает, что метод не привязан ни к одному языку программирования, не предъявляет требований к серверной части приложения, ни к СУБД.

Анализ полученных результатов внедренных изменений

Данный этап должен начинаться только после того, как пройдет достаточно времени для того, чтобы можно было оценить, устранена ли проблема, повышена ли эффективность или нет. Это означает, что данный процесс должен идти независимо от того, как проходят остальные этапы данного метода непрерывного совершенствования услуг. Иными словами, данный процесс осуществляется параллельно остальным процессам. Срок, когда начинается данный процесс, должен определяться руководителем проекта и зависит от ряда факторов, в число которых входят предметная область, размер и объем изменения, какое число пользователей это затрагивает и множество других. Это делается по той причине, что в SaaS об эффективности полученных изменений можно узнать только на достаточной для анализа выборке. То есть, необходимо провести аналитический мониторинг реакции, как можно большего числа пользователей.

Способы, используемые для анализа полученных результатов после внедрения, могут совпадать со способами и методами, используемыми на первом этапе метода непре-

рывного совершенствования. Как правило, данный процесс выглядит следующим образом: выбирается тот же самый показатель, который учитывался на этапе анализа существующей организации услуги, но теперь этот показатель включает в себя ту выборку, которая была после внедрения изменения. Если ситуация лучше, чем была до внедрения изменений, то проводится анализ в разрезе всей услуги, как это делалось на первом этапе. Если аналитик видит, что от этого процесса не падает эффективность всей системы, то делается вывод о том, что проблема устранена, в противном случае, проблема не устранена и будет сделана еще попытка устранить ее. Идеальным является вариант, при котором эффективность ИТ-услуги не просто не падает, а, напротив, возрастает, но такое может происходить далеко не всегда, в силу различных специфических особенностей того или иного модуля, который подвергался переработке.

Если же говорить о технической реализации данного шага, то, чаще всего, он начинается непосредственно с построения OLAP-куба. Однако если разработчиками были переработаны те или иные данные в базе, которые были затронуты в OLAP-кубе до реализации изменений, то необходимо воспользоваться ETL-инструментом для преобразования данных, чтобы привести их к актуальному виду и только после этого переходить к построению OLAP-куба и аналитическому мониторингу.

Параллельно с анализом полученных результатов внедренных изменений происходит возвращение на первый шаг представленного метода непрерывного совершенствования ИТ-услуги. При этом стоит отметить, что текущий этап начинается только после того, как будет выпущена новая версия ИТ-услуги и параллельно с тем, как проходит анализ полученных результатов после

устранения проблемы, необходимо снова проанализировать систему на предмет выявления проблем. Но стоит упомянуть, что на данном этапе из общего рассмотрения должна быть выкинута та часть, которая была внедрена в последнем релизе, так как невозможно определить ее эффективность на такой малой выборке. Иными словами, происходит формирование постоянного цикла (круга) непрерывного улучшения услуги. То есть, если мы выпустили новую версию продукта, то следующим шагом будет возвращение на первый шаг метода, где мы должны заново определить текущее состояние услуги и выявить все проблемы. Однако нам не стоит рассматривать только что выпущенную часть функционала услуги. Именно благодаря этому шагу формируется непрерывность совершенствования услуги.

Заключение

По итогам работы авторов была сформирована концепция метода постоянного совершенствования услуги с использованием технологии Business Intelligence, учитывающая специфику предприятий, предлагающих SaaS-решения. Также было установлено, что при использовании данного метода рекомендуемой методологией разработки является SCRUM. Результатом данной научной работы является метод постоянного улучшения ИТ-услуг с использованием Business Intelligence для предприятий, предлагающих SaaS-решения, который решает выявленные проблемы в существующих методах непрерывного совершенствования. Представленный в работе метод состоит из следующих шагов:

- анализ существующего состояния услуги и выявление узких мест;
- анализ возможных причин возникновения проблем;
- формирование требований к совершенствованию услуги;
- разработка части систе-

мы, включающая в себя устранение проблем;

- анализ полученных результатов внедренных изменений;
- определение новых измеряемых критериев и сбор данных.

Разработанный метод был использован на предприятии ООО «Solomoto». В ходе практической апробации данного метода была устранена выявленная проблема обучающих руководств в SaaS-платформе Solomoto. Помимо этого, были выявлены ряд положительных эффектов от внедрения данно-

го метода на предприятии. В их число входят следующие:

- увеличение качества формирования требований;
- улучшение реакции на потребности бизнеса;
- уменьшение затрат и негативного влияния на реализацию изменений;
- повышение качества информации о состоянии услуг, а также улучшение различных метрик.
- повышение качества работы персонала;
- повышение конкурентоспособности предприятия, за

счет непрерывного улучшения и поддержания услуги в актуальном состоянии.

В качестве дальнейшего развития предложенного метода непрерывного совершенствования услуги с использованием Business Intelligence для предприятиях, предлагающих SaaS-решения, могут быть использованы технологии Data Mining для более качественного проведения анализ текущего состояния услуги и выявления узких мест, а также для проведения анализа полученных результатов внедренных изменений.

Литература

1. Агафонов А. Н. Формирование системы управления информационными услугами : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук (08.00.05). Самара: Самарский госуд. эконом. университет, 2007. с. 38
2. Денисова А.Л. Качество информационных услуг: Теория и методология : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук (08.00.05) / Тамбов: Тамбовский госуд. техн. университет, 2001. с. 36
3. Козлов П. М. Разработка организационной системы управления рисками проектов информатизации машиностроительных предприятий : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.02.22). М.: МГТУ «СТАНКИН», 2003. с. 20
4. Круглов М. Г. Инновационный проект : управление качеством и эффективностью. М. Г. Круглов. М.: Дело, 2009. с. 333
5. Кушников К. В. Комплексная оценка качества ИТ-услуг компании : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук (08.00.05). М.: Рос. науч.-техн. центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия, 2013. с. 24
6. Симонов Ю. Т. Повышение качества ИТ-услуг в компании: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук (08.00.05). М.: Рос. науч.-техн. центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия, 2010. с. 28
7. Анискин Ю.П. Организационно-экономический механизм обновления наукоемкой продукции: диссертация доктора экон. наук (08.00.05) М.: Госуд. университет управления им. С. Орджоникидзе, 1993. с. 356
8. Великий А.А. Развитие промышленной организации на основе методологии управления изменениями : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук (08.00.05). М.: Гос. ун-т упр., 2005. с. 25
9. Павлов В.А. Методы и модели анализа и синтеза комплексов технических средств обеспечения информационного взаимодействия организационно-технических систем : авторе-

References

1. Agafonov A. N. Formirovanie sistemy upravleniya informatsionnymi uslugami : Abstract of the dissertation of Cand. Sci. (08.00.05). Samara: Samarskiy gosud. ekonom. universitet, 2007. P. 38. (In Russ.)
2. Denisova A.L. Kachestvo informatsionnykh uslug: Teoriya i metodologiya : Abstract of the dissertation of Cand. Sci. (08.00.05) / Tambov: Tambovskiy gosud. tekhn. universitet, 2001. P. 36. (In Russ.)
3. Kozlov P. M. Razrabotka organizatsionnoy sistemy upravleniya riskami proektov informatizatsii mashinostroitel'nykh predpriyatiy : Abstract of the dissertation of Cand. Sci. (05.02.22). Moscow: MGTU «STANKIN», 2003. P. 20. (In Russ.)
4. Kruglov M. G. Innovatsionnyy proekt : upravlenie kachestvom i effektivnost'yu. M. G. Kruglov. Moscow : Delo, 2009. P. 333. (In Russ.)
5. Kushnikov K. V. Kompleksnaya otsenka kachestva IT-uslug kompanii : Abstract of the dissertation of Cand. Sci. (08.00.05). Moscow: Ros. nauch.-tekhn. tsentr informatsii po standartizatsii, metrologii i otsenke sootvetstviya, 2013. P. 24. (In Russ.)
6. Simonov Yu. T. Povyshenie kachestva IT-uslug v kompanii: Abstract of the dissertation of Cand. Sci. (08.00.05). Moscow: Ros. nauch.-tekhn. tsentr informatsii po standartizatsii, metrologii i otsenke sootvetstviya, 2010. P. 28. (In Russ.)
7. Aniskin Yu.P. Organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm obnovleniya naukoemkoy produktsii: Dissertation of Dr. Sci. (08.00.05) Moscow: Gosud. universitet upravleniya im. P. Ordzhonikidze, 1993. P. 356. (In Russ.)
8. Velikiy A.A. Razvitie promyshlennoy organizatsii na osnove metodologii upravleniya izmeneniyami : Abstract of the dissertation of Cand. Sci. (08.00.05). Moscow: Gos. un-t upr., 2005. P. 25. (In Russ.)
9. Pavlov V.A. Metody i modeli analiza i sinteza kompleksov tekhnicheskikh sredstv obespecheniya informatsionnogo vzaimodeystviya organizatsionno-tekhnicheskikh sistem :

ферат дис. на соиск. учен. степ. доктора технических наук : 05.25.05 М.: Рос. науч.-техн. центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия, 2016. с. 45

10. Широкова Г. В. Жизненные циклы российских предпринимательских фирм : методология исследования и основные стадии : автореферат дис. на соиск. учен. степ. доктора экономических наук : 08.00.05. СПб: С.-Петербург. гос. ун-т., 2010. с. 45

11. Доронина Ю.В. Анализ производительности и надежности автоматизированных асинхронных систем методом фазового укрупнения : автореферат дис. на соиск. учен. степ. кандидата технических наук : 05.13.07. Севастополь, 1997. с. 22

12. Тушавин В. А. Модели и методы управления качеством разрешения инцидентов при реализации информационно-коммуникационных услуг : автореферат дис. на соиск. учен. степ. кандидата технических наук : 05.02.23. СПб: С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения, 2012. с. 19.

13. Чумаков Р. Е. Технологические принципы управления сборочно-резьбообразующими процессами : автореферат дис. на соиск. учен. степ. кандидата технических наук : 05.02.08. Иркутск: Иркут. гос. техн. ун-т., 2002. с. 16.

14. Элия М. Гольдратт, Джеф Кокс. The Goal: A Process of Ongoing Improvement. М.: Попури. 2009. с. 496.

15. Eliyahu M. Goldratt. The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean. North River Press. 2006. С. 262.

16. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Козлова О.А. Динамическая интеллектуальная система управления процессами в информационно-образовательном пространстве высших учебных заведений. Открытое образование. 2013. № 1 (96). С. 40–49.

17. Круглов А.А. BI как метод выявления узких мест в текущей организации бизнес-процессов и формирования требований к системе // IX Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие российской экономики» : в 6 т., М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2016. С. 155–157.

18. Tadviser URL: <http://www.tadviser.ru/>

19. Cohn M. User stories applied: For agile Software development, 2004. с. 304

20. Сазерленд Дж., Швабер К., Скрам гайд. Исчерпывающее руководство по Скраму: Правила игры, 2013. с. 17.

Abstract of the dissertation of Dr. Sci.: 05.25.05. Moscow: Ros. nauch.-tekhn. tsentr informatsii po standartizatsii, metrologii i otsenke sootvetstviya, 2016. P. 45. (In Russ.)

10. Shirokova G. V. Zhiznennye tsikly rossiyskikh predprinimatel'skikh firm : metodologiya issledovaniya i osnovnye stadii : Abstract of the dissertation of Dr. Sci. : 08.00.05. SPb: S.-Peterb. gos. un-t., 2010. P. 45. (In Russ.)

11. Doronina Yu.V. Analiz proizvoditel'nosti i nadezhnosti avtomatizirovannykh asinkhronnykh sistem metodom fazovogo ukрупneniya : Abstract of the dissertation of Cand. Sci. : 05.13.07. Sevastopol', 1997. P. 22. (In Russ.)

12. Tushavin V. A. Modeli i metody upravleniya kachestvom razresheniya intsidentov pri realizatsii informatsionno-kommunikatsionnykh uslug : Abstract of the dissertation of Cand. Sci. : 05.02.23. Saint Petersburg: S.-Peterb. gos. un-t aerokosm. priborostroeniya, 2012. P. 19. (In Russ.)

13. Chumakov R. E. Tekhnologicheskie printsipy upravleniya sborochno-rez'boobrazuyushchimi protsessami : Abstract of the dissertation of Cand. Sci. : 05.02.08. Irkutsk: Irkut. gos. tekhn. un-t., 2002. P. 16. (In Russ.)

14. Eliya M. Gol'dratt, Dzhef Koks. The Goal: A Process of Ongoing Improvement. M.: Popuri. 2009. P. 496.

15. Eliyahu M. Goldratt. The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean. North River Press. 2006. P. 262.

16. Tel'nov Yu.F., Kazakov V.A., Kozlova O.A. Dinamicheskaya intellektual'naya sistema upravleniya protsessami v informatsionno-obrazovatel'nom prostranstve vysshikh uchebnykh zavedeniy Otkrytoe obrazovanie. 2013. No. 1 (96). P. 40–49. (In Russ.)

17. Kruglov A.A. BI kak metod vyyavleniya uzkih mest v tekushchey organizatsii biznes-protsessov i formirovaniya trebovaniy k sisteme // IX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Innovatsionnoe razvitie rossiyskoy ekonomiki» : 6 vol., Moscow: FGBOU VO «REU im. G.V. Plekhanova», 2016. P. 155–157. (In Russ.)

18. Tadviser URL: <http://www.tadviser.ru/>. (In Russ.)

19. Cohn M. User stories applied: For agile Software development, 2004. P. 304.

20. Sazerlend Dzh., Shvaber K., Skram gayd. Ischerpyvayushchee rukovodstvo po Skramu: Pravila igry, 2013. P. 17. (In Russ.)

Сведения об авторах

Светлана Викторовна Куликова

Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: Kulikova.SV@rea.ru

Александр Александрович Круглов

Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: akruglov93@yandex.ru

Information about the authors

Svetlana V. Kulikova

Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Kulikova.SV@rea.ru

Alexander A. Kruglov

Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: akruglov93@yandex.ru