



Научно-практический журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
№ 2 (109) 2015

Учредитель: МЭСИ

Главный редактор

Тихомиров Владимир Павлович

Зам. главного редактора

Бойченко Александр Викторович

Журнал издается с 1996 года.
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ №77-13926 от 11 ноября 2002 г.
ISSN 1818-4243

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.

Статьи журнала рецензируются.

Тираж журнала
«Открытое образование»
1500 экз.

Адрес редакции:
119435, г. Москва,
Большой Саввинский пер., 14
Тел. (499) 248-36-68
e-mail: joe@e-joe.ru
Адрес сайта: www.e-joe.ru

Подписной индекс журнала
в каталоге «РОСПЕЧАТЬ»:
47209
в каталоге «Пресса России»:
10574

Издательство журнала:
Директор Пузаков А.В.
Худ. ред. Аникеева Е.И.
Корректор Соколова Н.А.
Корректор англ. текстов
Апальков В.Г.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- А.А. Майоров, В.П. Седякин*
О классификации информатики и информационных технологий..... 4
- Е.В. Павлова*
Методика описания образовательных и научных сервисов
в информационно-образовательном пространстве на базе стека
интероперабельности EIF..... 8
- Э.А. Трахтенгерц*
Использование сетевцентрического принципа самосинхронизации
в управлении..... 15

УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

- В.Ф. Очков, Е.П. Богомолова*
Путешествие окружности в треугольнике, а треугольника
в ложбине или Сам себе компьютерный режиссер..... 24

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- С.Н. Давыдов, М.Я. Клепцов, Л.В. Любимова*
Процесс аутентификации с применением графических паролей..... 33
- О.А. Сычев, В.О. Стрельцов*
Использование шаблонов в виде регулярных выражений
в тренировочных и контрольных тестовых вопросах
с открытым ответом 38

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- Е.З. Зиндер*
Основания генезиса фундаментальных свойств и базовых
требований к информационно-образовательным пространствам 46
- Н.В. Комлева, О.А. Хлопкова*
Интеллектуализация сервисов открытого образования 56

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

- О.М. Бабанская, Г.В. Можяева, В.А. Сербин, А.В. Феценко*
Системный подход к организации электронного обучения
в классическом университете..... 63
- А.Л. Назаренко*
Информатизация образования: синтез традиционного
и электронного обучения
(опыт создания новой модели лекционного курса) 70
- С.С. Хромов, Н.А. Гуляева, В.Г. Апальков, Н.К. Никонова*
Информационно-коммуникационные технологии в преподавании
русского языка как иностранного на начальном этапе
(уровень А1, А2) 75

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

- Л.В. Приходько, С.Л. Тарасова*
Перспективы развития корпоративного электронного обучения
в России..... 82



Scientific and practical journal

OPEN EDUCATION
№ 2 (109) 2015

Founder: MESI

Editor in chief

Vladimir P. Tikhomirov

Deputy editor

Boichenko Aleksandr Viktorovich

Journal issues since 1996.

Mass media registration certificate:
№77-13926 on November 11, 2002
ISSN 1818-4243

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:

119435, Moscow,

Bolshoy Savvinskiy Pereulok, 14

Tel. (499) 248-36-68

E-mail: joe@e-joe.ru

Web: www.e-joe.ru

Subscription index of journal in catalogue «ROSPECHAT»:
47209

in catalogue «Pressa Rossii»:
10574

Editorial:

Director Puzakov A.V.

Art editor Anikeeva E.I.

Proofreader Sokolova N.A.

English proofreader

Apalkov V.G.

CONTENTS

METHODICAL MAINTENANCE

Andrey A. Mayorov, Vladimir P. Sedyakin

Classification of Informatics and Information Technologies 4

Ekaterina V. Pavlova

Methods for Description of Education and Scientific Services in Information and Education on the Basis of Interoperability Stack EIF 8

Eduard A. Trahtengerts

Use of Network-Centred Principle of Self-Synchronisation in Management..... 15

EDUCATIONAL RESOURCES

Valerij F. Ochkov, Elena P. Bogomolova

Travel of a Circle in a Triangle, and the Triangle in the Hollow or Self Computer Director 24

NEW TECHNOLOGIES

Sergei N. Davydov, Michael Ya. Kleptsov, Larisa V. Lyubimova

The Authentication Process Using Graphical Passwords 33

Oleg A. Sychev, Valeriy O. Streltsov

Use of Regular Expressions as Templates in Formative and Summative Open Answer Questions..... 38

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Evgeny Z. Zinder

Genesis of Fundamental Attributes and Basic Requirements for Information-Educational Spaces..... 46

Nina V. Komleva, Olga A. Khlopkova

Intellectualization of Open Education Services..... 56

DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE

Olesya M. Babanskaya, Galina V. Mozhaeva, Vsevolod A. Serbin, Artem V. Feshchenko

System Approach to Organization of e-Learning in a Classical University..... 63

Alla L. Nazarenko

Information Technologies in Education: the Synthesis of Traditional Format and e-Learning (an Experience of Developing a New Model of a Lecture Course)..... 70

Sergey S. Khromov, Nadezhda A. Gulyaeva, Valeriy G. Apalkov,

Nina K. Nikonova

Information Communication Technologies in Teaching Russian as a Foreign Language at Elementary Level (Level A1, A2)..... 75

PROBLEMS OF EDUCATION

Lilia V. Prikhodko, Svetlana L. Tarasova

Perspectives of the Corporate e-Learning Development in Russia 82

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

- Тихомирова Н.В.**, д.э.н., проф., академик, председатель редсовета, ректор МЭСИ
- Тихомиров В.П.**, д.э.н., проф., академик, главный редактор, научный руководитель МЭСИ, президент Международного консорциума «Электронный университет»
- Батоврин В.К.**, д.т.н., проф., заведующий кафедрой информационных систем Московского института радиоэлектроники и автоматики
- Бершадский А.М.**, д.т.н., проф., научный руководитель Пензенского регионального ЦДО
- Васильев В.Н.**, д.т.н., проф., ректор Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета)
- Голосов О.В.**, д.э.н., проф., главный ученый секретарь Финансовой академии при правительстве Российской Федерации
- Гридина Е.Г.**, д.т.н., проф., заместитель директора Государственного НИИ информационных технологий и телекоммуникаций
- Домрачев В.Г.**, д.т.н., профессор
- Иванников А.Д.**, д.т.н., проф., первый заместитель директора Государственного НИИ информационных технологий и телекоммуникаций
- Карпенко М.П.**, д.т.н., проф., президент Современного гуманитарного университета
- Колин К.К.**, д.т.н., проф., главный научный сотрудник Института проблем информатики Российской академии наук (ИПИ РАН)
- Курейчик В.М.**, д.т.н., проф., заместитель руководителя по научной и инновационной деятельности Технологического института Южного федерального университета
- Малышев Н.Г.**, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, академик, президент Всемирного технологического университета
- Осипов Г.С.**, д.ф.-м.н., проф., зам. директора по научной работе Института системного анализа Российской академии наук
- Позднеев Б.М.**, д.т.н., проф., проректор по информатизации МГТУ «Станкин», председатель ТК461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании»
- Приходько О.В.**, к.э.н., проректор МЭСИ по региональному развитию и непрерывному образованию
- Тельнов Ю.Ф.**, д.э.н., проф., заведующий кафедрой Прикладной информатики в экономике МЭСИ
- Тихонов А.Н.**, д.т.н., проф., директор Государственного научно-исследовательского института информационных технологий и телекоммуникаций
- Усков В.Л.**, к.т.н., проф., содиректор НИИ по образовательным интернет-технологиям университета Бредли, США
- Щенников С.А.**, д. пед. н., проф., ректор Международного института менеджмента «Линк»

THE EDITORIAL BOARD Of the journal «Open Education»

- Tikhomirova N.V.**, Doctorate of Economics, Professor, Academician, Rector of MESI
- Tikhomirov V.P.**, Doctorate of Economics, Professor, Academician, Scientific Director of MESI, the President of the International consortium «Electronic university»
- Batovrin V.K.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Information Systems, Moscow Institute of Radio Electronics and Automatics
- Bershadskij A.M.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Scientific Director of Penza regional CRE
- Vasiliev V.N.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Rector of Saint-Petersburg State Institute of Exact Mechanics and Optics (Technical University)
- Golosov O.V.**, Doctorate of Economics, Professor, Chief Scientific Secretary of «Financial academy under the Government of the Russian federation»
- Gridina E.G.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Deputy Director of the State Scientific Research Institute of Information Technologies and Telecommunications
- Domrachev V.G.**, Doctorate of Engineering Science, Professor
- Ivannikov A.D.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, First Deputy Director of the State Scientific Research Institute of Information Technologies and Telecommunications
- Karpenko M.P.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, President of Modern University of Humanities, Moscow
- Kolin K.K.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Chief Researcher of The Institute of Informatics Problems of The Russian Academy of Sciences
- Kureychik V.M.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Deputy Head for Research and Innovation, Institute of Technology, Southern Federal University
- Malishev N.G.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Corresponding member of RAS, Academician, President of Worldwide University of Technologies, Moscow
- Osipov G.S.**, Doctorate of Physics and Mathematics, Professor, Deputy Director for Scientific Work, Institute for Systems Analysis, Russian Academy of Sciences
- Pozdneev B.M.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Vice President for informatization at MSTU «Stankin», Chairman of TK461 «Information and communication technologies in education»
- Prikhodko O.V.**, PhD in Economics, Vice President for Regional Development and Continuing Education, MESI
- Telnov Yu.F.**, Doctorate of Economics, Professor, Head of the Department of Applied Informatics in Economics, MESI
- Tikhonov A.N.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Director of the State Scientific Research Institute of Information Technologies and Telecommunications
- Uskov V.L.**, PhD in Engineering, Professor, co-director of the InterLabs Research Institute of Bradley University, USA
- Schennikov S.A.**, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Rector of International Institute of Management «Link»

О классификации информатики и информационных технологий

В статье рассматривается актуальный вопрос классификации информационных наук и информационных технологий. Отмечается гегемония информационных технологий над самими информационными науками. Рассматриваются два современных подхода к классификации: «средовой» и «понятийно-критериальный». На основе последнего предложен пример классификации для номенклатуры научных специальностей ВАК.

Ключевые слова: классификация, информатика, информационные технологии, средовой и понятийно-критериальный подходы.

CLASSIFICATION OF INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES

The article considers the actual question about informatics and information technologies classification. There are the hegemony information technologies over the information sciences and two modern methods of classification: “habitatual” and “conceptual-criterial” method. On the basis of the last the article calls attention to example for classification of science’s nomenclature of VAK.

Keywords: classification, informatics, information technologies, habitatual and conceptual-criterial method.

1. Проблема классификации информатик и информационные технологии

В классической логике классификация – это важнейшая операция над понятиями. С классификации начиналось развитие многих наук, например с классификации видов Ламарка начиналось развитие биологии. Классификация информационных наук весьма актуальна не только в «чисто» методологическом аспекте, включая определение лженаучных и паранаучных направлений. Информационные науки в своей совокупности достигли того уровня зрелости, когда отсутствие общепризнанной классификации мешает не только их развитию, но и развитию высшего и общего образования.

Одной из проблем в их классификации является явная гегемония информационных технологий над самими информационными науками. А точнее – гегемония современных цифровых информационных технологий. По существу, многие

дисциплины, претендующие на роль специальной информационной науки, являются «науками» о цифровых информационных технологиях, применяемых в разных отраслях науки, техники и экономики. Предметом у этих дисциплин выступает информация, используемая в конкретной отрасли, а объектом – методы материнских наук, реализуемые с помощью компьютерных вычислений и цифровых преобразований, в основе которых лежат вычислительная математика и программирование. То есть собственного объекта у этих дисциплин, по существу, нет. Следовательно, они могут претендовать только на роль некоего знания. А поскольку насыщенность разнообразными цифровыми технологиями в разных отраслях науки, техники очень велика и они становятся все более сложными и эффективными, то роль этого знания в научно-образовательной сфере очень велика и постоянно повышается. За счет ассимиляции части методов материнских наук в цифровые технологии они также приобретают роль обще-

научного знания и интегрирующей общеобразовательной дисциплины. Следует уточнить, что отмеченная гегемония распространяется главным образом на функционально-кибернетические направления информационных наук.

С явным отставанием от современных цифровых технологий развиваются их научные основания, не исключая и классификацию информатик. В результате работы в 2012–2014 гг. методологических семинаров по проблемам информационных наук в ИНИОН РАН и ИПИ РАН [1, 2], а также в 2013 г. в МИИГАиКе [3] были предложены два новых подхода к классификации информатик. Первый из них принадлежит И.М. Зацману, его можно назвать «средовым» [2]. В соответствии с ним информатики разделяются по тем средам, в которых рассматриваются информационные взаимодействия данной информационной науки – социальная, техническая, биологическая, физическая, когнитивная и т.д. Второй был предложен одним из авторов статьи [3], его условно



Андрей Александрович Майоров,
д.т.н., ректор
Тел.: (499) 261-31-52
Эл. почта: rector@miigaik.ru
Московский государственный
университет геодезии и картографии
(МИИГАиК)
<http://www.miigaik.ru/>

Andrey A. Mayorov,
Doctor of Engineering Science, rector
Тел.: (499) 261-31-52
E-mail: rector@miigaik.ru



Владимир Павлович Седякин,
к.т.н., профессор кафедры
прикладной информатики
Тел.: (499) 262-04-23
Эл. почта: svp134@mail.ru
Московский государственный
университет геодезии и картографии
(МИИГАиК)
<http://www.miigaik.ru/>

Vladimir P. Sedyakin,
Candidate of Engineering Science,
Professor of applied informatics
department
Тел.: (499) 262-04-23
E-mail: svp134@mail.ru

можно назвать «понятийно-критериальным». В соответствии с ним информатики разделяются на основе использования методологически обоснованных критериев.

В качестве таковых предлагается использование двух основных критериев и двух дополнительных критерия отличия:

1) атрибутивное или функционально-кибернетическое понимание информации;

2) дополнительно: неметафорическое или метафорическое толкование информации;

3) рассматриваемые типы отношений – объект-объектные, объект-субъектные, субъект-объектные или субъект-субъектные (в качестве субъектов признаются внешние технические и биологические системы).

4) дополнительно: принадлежность объектов/субъектов микромиру/макромиру.

Вполне очевидно, что общеизвестная социально-экономическая информатика изучает субъект-субъектные и объект-субъектные отношения в макромире на основе функционально-кибернетического понимания информации в неметафорическом толковании. Физическая информатика изучает объект-объектные отношения в микромире на основе атрибутивного понимания информации в метафорическом толковании. Приведенные примеры классификационного определения двух отраслевых информатик показывают возможность такого подхода к классификации. Ниже приведен фрагмент примерной классификации информационных наук в виде группировок отраслевых информатик по первому критерию, которые объединены общей информатикой. При этом каждая отраслевая информатика должна обладать своим методом и теоретическим основанием, в случае их отсутствия «информатика» приобретает статус паранаучного направления.

Фрагмент примерной классификации:

1. Общая и теоретическая информатика (включающая философско-методологические основы, известные подходы к классифика-

ции, включая эклектический, исторический, реляционную алгебру, теорию графов и другие разделы математики, математическую теорию связи и пр.).

2. Все отраслевые направления разделяются на две группы:

- атрибутивистские;
- функционально-кибернетические.

2.1. Информационные науки, опирающиеся на атрибутивное понимание:

- физическая информатика;
- биофизика;
- и другие.

2.2. Информационные науки, опирающиеся на функционально-кибернетическое понимание, включают:

1. Науки, опирающиеся на метафорическое понимание информации;

2. Науки, опирающиеся на неметафорическое понимание информации;

2.2.1. Информационные науки раздела 1 (выше):

- нейрофизиология;
- кибернетика;
- технические информатики (по направлениям) и др.

2.2.2. Информационные науки раздела 2 (выше):

- информационная лингвистика;
- документоведение;
- концептуальная информатика;
- когнитивная информатика.

2. Классификация информационных наук для номенклатуры научных специальностей

Актуальность попыток методологически обоснованных классификаций информатики была выявлена в докладе Ю.Н. Столярова на семинаре в ИНИОН РАН в январе 2014 г. [4]. В докладе рассматривался весьма актуальный вопрос продвижения в российском научном сообществе новой классификации информационных наук, в которой впервые объединяются традиционная «гуманитарная» ветвь информационных наук и «компьютерная» ветвь технических информационных наук.

Первый вопрос, который возникает при осмыслении возможной

«тактики» продвижения современной и методологически обоснованной классификации информационных наук: а кому она может быть практически интересна? Второй вопрос связан с первым – а будет ли учтена реально чиновниками Минобрнауки эта классификация и в какой мере?

Ответ на первый вопрос очевиден. В первую очередь интересна классификация информационных наук тем специалистам, для которых она нужна практически. Это, конечно, библиографы и библиотечные работники. Во вторую очередь она интересна преподавателям

вузов и школ, связанных с информатикой и информационными технологиями.

Как показали опросы информационных специалистов технических направлений высокого уровня (профессора, доктора технических наук и причастные к соответствующим советам ВАК), их мало интересуют вопросы классификации как таковые. Возможно, это связано с отрицательной рефлексией после «информациологии», возможно – со скепсисом по поводу надежд как-то повлиять на чиновников Минобрнауки, принимающих ре-

шения по реформированию ВАК. Более интересны им конкретные вопросы сохранения их собственной дисциплины в предлагаемой классификации.

Еще следует добавить, что упомянутые специалисты категорически против введения степеней «информационных наук». Учитывая преобладание представителей технических наук в ВАКе, можно предположить, что степени «информационных наук» ввести в ближайшее время не удастся. Представляется тактически неверным настаивать на этом по следующим соображениям.

Предлагаемый класс «Информационные науки» в номенклатуре специальностей научных работников

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается учёная степень |
|----------|--|---|
| 28.00.00 | Информационные науки | |
| 28.01.00 | ИНФОРМАТИКА | |
| 28.01.01 | Общая информатика | Технические, философские, педагогические |
| 28.01.02 | Теоретические основы информатики | Технические, философские, биологические |
| 28.01.03 | Информационные процессы и системы в живой природе и естествознании | Технические, физико-математические, химические, биологические |
| 28.02.00 | ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ В СФЕРЕ ТЕХНИКИ | |
| 28.02.01 | Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) | Технические, физико-математические, химические |
| 28.02.02 | Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) | Технические, физико-математические, химические |
| 28.02.03 | Управление в социальных и экономических системах | Технические, физико-математические, химические, экономические |
| 28.02.04 | Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей | Технические, физико-математические |
| 28.02.05 | Элементы и устройства технические вычислительной техники и систем управления | Технические, |
| 28.02.06 | Системы автоматизации проектирования (по отраслям) | Технические, физико-математические, химические |
| 28.02.07 | Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ | Технические, физико-математические, химические |
| 28.02.08 | Методы и системы защиты информации, информационная безопасность | Технические, физико-математические, экономические |
| 28.03.00 | ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ И ЕСТЕСТВОЗНАНИИ | |
| 28.04.00 | ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ | Информационные, филологические, педагогические, исторические |
| 28.04.01 | Документология, документалистика | Информационные, технические, филологические, педагогические, исторические |
| 28.04.02 | Документоведение, архивоведение | Информационные, технические, филологические, педагогические, исторические |
| 28.04.03 | Книговедение | Информационные, филологические, педагогические, исторические |
| 28.04.04 | Библиотечноеведение, библиографоведение | Информационные, филологические, педагогические, исторические |
| 28.04.05 | Музееведение | Информационные, филологические, педагогические, исторические |
| 28.04.06 | Журналистика (периодика, радио, телевидение, интернет) | Информационные, филологические, педагогические, исторические |

Наука и образование, несмотря на их определяющую и даже революционную роль в прогрессе общества, сами по себе весьма консервативны. Никаких революционных преобразований в своей форме и содержании европейская научно-образовательная сфера за последние сто лет не претерпевала. И в содержании, и в организационной структуре происходили только эволюционные изменения. Рассмотренные в докладе Ю.Н. Столярова [4] изменения за все годы существования ВАК в классификации научных специальностей, несмотря на все резкие перемещения информационных наук в социальной сфере, все-таки не были революционными. Уверенно можно предположить, что революционные изменения в номенклатуре научных специальностей ВАК «не приживутся», и тактически выгодно их не предлагать.

Представленные в классификации Ю.Н. Столярова изменения отвечают вышеупомянутому «средовому» подходу, выдвигаемому представителями ИПИ РАН [2]. Он по-своему революционен, поскольку

необходимого методологического единства у всех разнородных информатик, включая физическую информатику и биоинформатику, еще не сложилось. Нет ясности и относительно общего предмета и объекта, не говоря уж о методах. Конвенции по этим вопросам в научном сообществе еще не сложились. Относительно концепции общей компьютерно-информационной науки [1] степень методологического единства и ясности в общем предмете значительно выше. Нет сомнений, что изучается информация в кибернетически-функциональном понимании и в компьютерно-техническом и информационно-гуманитарном направлениях. Целесообразно также учитывать тот факт, что в двадцати североамериканских университетах уже образованы факультеты общей компьютерно-информационной науки (computer and information science). Укрепившийся в массовом сознании тезис «об отставании российской науки», который присущ и чиновникам-реформаторам в Минобрнауке, может послужить аргументом в пользу предлагаемой

объединенной компьютерно-информационной науки.

В силу этого представляется целесообразным следующее:

1. Полностью сохранить все разделы технических направлений, которые были в предыдущей номенклатуре, и перенести на первое место в предлагаемой классификации – в «технической сфере». Сохранить разделы социальных направлений и перенести их на второе место в предлагаемой классификации – в «социальной сфере»;

2. Ввести объединяющий раздел, включая «общую информатику» и сохраняя в нем же «теоретические основы информатики»;

3. Только обозначить направление «Информационные процессы и явления в живой природе и естествознании» (включая физическую информатику и биоинформатику) и включить его в объединяющий раздел.

4. Исключить пока классификацию научных степеней «информационные науки».

Приведенные выше предложения были оформлены в виде табл., которая была представлена в Минобрнауке в марте 2014 г.

Литература

1. Совместный научный семинар «Методологические проблемы наук об информации» Института проблем информатики РАН и Института научной информации по общественным наукам РАН/ИНИОН РАН [Электронный ресурс]. – М., 2011–2014. – Режим доступа: <http://www.inion.ru/seminars.mpni>
2. Зацман И.М. Построение системы терминов информационно-компьютерной науки: проблемно-ориентированный подход // Метафизика. – 2013. – № 4. – С. 115–149.
3. Седякин В.П., Корнюшко В.Ф., Филоретова О.А. Проблема Флориды и классификация информационных наук // Прикладная информатика. – 2012. – № 3. – С. 116–122.
4. Столяров Ю.Н. Информационные науки как возможный класс Номенклатуры специальностей научных работников [Электронный ресурс] // Совместный научный семинар «Методологические проблемы наук об информации» Института проблем информатики РАН и Института научной информации по общественным наукам РАН/ИНИОН РАН. Москва, 30.01.2014. – Режим доступа: <http://www.inion.ru/seminars.mpni>

Методика описания образовательных и научных сервисов в информационно-образовательном пространстве на базе стека интероперабельности EIF

В данной статье представлена методика описания научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве на базе стека интероперабельности EIF (European Interoperability Framework, сокр. EIF), описаны параметры, характеризующие сервисы на каждом этапе методики, средства, применяемые для описания как самих сервисов, так и используемого контента, а также определена связь методики описания с жизненным циклом сервиса. Приводится пример описания сервиса согласно методике с учетом существующих образовательных и профессиональных стандартов, рекомендаций ITIL, онтологии на базе OWL и WSDL-описания.

Ключевые слова: сервис, сервис-ориентированная архитектура, SOA, информационно-образовательное пространство, электронное обучение, ITIL, семантическое описание, онтологический подход, OWL, WSDL, IMS.

METHODS FOR DESCRIPTION OF EDUCATION AND SCIENTIFIC SERVICES IN INFORMATION AND EDUCATION ON THE BASIS OF INTEROPERABILITY STACK EIF

The article deals with methodology for description of scientific and educational services in education and information on the basis of interoperability stack EIF (European Interoperability Framework). The passage describes operation factors to depict services on every level of the methodology, tools used to describe the services and the content. We also provide the link between methodology of description with the life span of the service. The article presents an example of service description according to the methodology considering the current education and professional standards, ITIL recommendations, ontology on the OWL basis and WSDL-description.

Key words: service, service-oriented architecture, SOA, education and information, e-learning, ITIL, semantic description, ontology approach, OWL, WSDL, IMS.

Актуальность и роль описания сервисов в информационно-образовательном пространстве

Описание сервиса является важной частью информационного обеспечения при взаимодействии поставщика и потребителя в информационно-образовательном пространстве (ИОП). От того, каким будет это описание, во многом зависит преодоление разрывов в понимании предоставляемых сервисов и контента. Представления о

тех сервисах, которые планировалось предоставлять, тех сервисах, которые фактически предоставляются, и тех сервисах, которые ожидает получить потребитель, могут довольно сильно отличаться. Необходимость наличия такого описания, которое характеризует сервис начиная с этапа его проектирования до его эксплуатации и которое однозначно трактуется всеми ролями информационно-образовательного пространства, определяет актуальность исследования и решения задачи описания сервисов в ИОП.

1. Существующие технологии и инструменты описания сервисов

На сегодняшний день существует ряд инструментов описания сервисов, применимых для различных ролей агентов ИОП.

При рассмотрении сервиса как ИТ-услуги, для описания организационно-экономических условий его предоставления обычно применяются принципы, изложенные в библиотеке лучшего практического опыта ITIL в части формирования проектной документации услу-



Екатерина Владимировна Павлова,
м.н.с. научно-образовательного центра

Эл. почта: EPavlova@mesi.ru
Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ)
www.mesi.ru

Ekaterina V. Pavlova
Junior research associate
Email: EPavlova@mesi.ru
Moscow state university of economics, statistics and information (MESI)
www.mesi.ru

ги (Service Design Package, сокр. SDP), Каталога услуг и SLA [1]. Также подходы к описанию ИТ-услуг рассмотрены в рамках стандарта ISO 20000 [2] и представлены в работах таких экспертов в области ITSM, как П. Хуппертц [3], А. Роос, Ш. Тейлор, Р. Журавлев, В. Павлов, Д. Исаченко и др.

Для описания семантики сервисов в настоящее время разработан целый ряд технологий и языков, таких как RDF, OWL [4], OWL-S, WSMO, SAWSDL и др. Подходы к решению задач семантического описания сервисов и поиска сервисов с использованием онтологий рассматривались в работах таких ученых, как В.Ф. Хорошевский, В.А. Дерезкий [5], В.В. Климов [6], Л.Б. Шереметов [7] и др.

Для организации программного взаимодействия ключевым инструментом описания сервисов на текущий момент является язык WSDL [8]. Непосредственно для организации подключения к сервисам и передачи сообщений наиболее популярен протокол SOAP, для описания структуры обрабатываемых данных применяется XML-Schema. Также связь с сервисом может быть организована с помощью методов GET и POST протокола HTTP.

2. Постановка задачи описания научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве

Для того чтобы обеспечить эффективный поиск и предоставление научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве, необходимы соответствующие механизмы их описания. Описание сервиса должно быть комплексным и содержать в себе всю необходимую информацию для различных ролей как со стороны поставщика, так и со стороны потребителя (агентов ИОП). Заказчики и пользователи в рамках описания сервиса должны получать исчерпывающую информацию о назначении и возможностях сервиса, его семантике и организационно-экономических

условиях предоставления. Администраторы ИОП (программисты и другие технические специалисты) должны получать из описания сервиса необходимые данные для организации программного и сетевого взаимодействия с сервисом других элементов информационно-образовательного пространства.

Таким образом, целесообразно формировать многоуровневое описание научных и образовательных сервисов в ИОП, где каждый уровень описания будет хранить информацию для различных ролей агентов информационно-образовательного пространства. В данном контексте появляется необходимость объединения описания сервисов для взаимодействия разных ролей ИОП с использованием указанных выше технологий и инструментов описания. В свою очередь, при объединении разноуровневых описаний сервисов требуется их согласование между собой, чтобы избежать разрывов в понимании назначения, функционирования и обслуживания сервиса у поставщика и потребителя, а также чтобы избежать несоответствий и противоречий, например в OWL- и WSDL-описании сервиса. Это обуславливает задачу создания методики описания научных и образовательных сервисов в ИОП с учетом объединения разнородных сервисных метаданных.

При этом описание научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве должно учитывать специфику образовательной деятельности. Эта специфика отражается в привязке описания сервиса ИОП к действующим законам и стандартам в области образования. Таким образом, методика описания научных и образовательных сервисов должна включать в себя не только описание организационно-экономических условий предоставления сервиса, его семантики и программного взаимодействия с помощью указанных выше технологий, но и выделение специфических атрибутов описания, таких как множество общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с принятыми обра-

зовательными стандартами и множество трудовых функций и трудовых действий в соответствии с профессиональными стандартами.

3. Методика описания сервисов и обоснование применения EIF

Так как информационно-образовательное пространство создается на базе парадигмы сервис-ориентированной архитектуры и одной из ключевых задач является организация эффективного взаимодействия агентов ИОП, предлагается использовать стек интероперабельности EIF (European Interoperability Framework, сокр. EIF) для создания комплексного описания сервисов. Данный фреймворк позволяет структурировать все данные, которые должны храниться в описании сервиса, в соответствии с выделенными уровнями интероперабельности. Рассмотрим их подробнее [9]:

1) нормативно-правовой уровень – предполагает взаимодействие систем в единой нормативно-законодательной среде;

2) организационный уровень – относится к организационным аспектам функционирования информационных систем и предполагает интеграцию бизнес-процессов и регламентов их функционирования;

3) семантический уровень – определяет способность систем одинаково понимать смысл информации, которой они обмениваются;

4) синтаксический уровень – определяет возможность обмена данными, способность систем к интеграции;

5) технический уровень – организация взаимодействия между системами.

С учетом выделенных в EIF уровней интероперабельности методика описания научных и образовательных сервисов в информационно-образовательном пространстве будет включать следующие шаги:

- описание соответствия сервиса существующим стандартам в области образования;

- описание параметров ИТ-услуги, предоставляющей сервис, для

Каталога услуг. Выделение сервисных метрик для SLA;

- составление онтологического описания сервиса для реализации семантического взаимодействия в ИОП;

- составление программного описания сервиса для реализации программно-технического взаимодействия с приложениями и другими сервисами сервис-ориентированной архитектуры ИОП.

4. Описание параметров, характеризующих сервисы на каждом этапе методики

Далее рассмотрим, значения каких параметров необходимо определить, чтобы описать сервис на каждом шаге методики.

Первый шаг методики подразумевает выделение стандартов, спецификаций и, возможно, других нормативных документов в области образования, а также их конкретных пунктов, которым соответствует описываемый сервис. Таким образом, описание сервиса на данном шаге методики представляется в виде нормативного блока описания:

Regulatory Block ($d, D^*, Link$),

где d – название нормативного документа;

D^* – множество пунктов нормативного документа, которым соответствует сервис, притом что D^* принадлежит D , где D – множество пунктов нормативного документа;

$Link$ – ссылка на нормативный документ.

Второй шаг методики подразумевает описание сервиса не как программного средства, выполняющего определенные функции, а как ИТ-услуги в соответствии с принципами библиотеки ITIL. Так как библиотека лучшего практического опыта ITIL на сегодняшний день является одним из самых популярных и подробных документов, содержащих рекомендации по организации сопровождения и предоставления ИТ-услуг, предлагается использовать описанные в ней принципы на организационном уровне стека интероперабельности EIF.

Таким образом, предлагается создать каталог услуг, включающий ИТ-услуги по предоставлению и сопровождению научных и образовательных сервисов в ИОП. Каждая ИТ-услуга S_i в каталоге описывается с помощью 12 атрибутов Пола Хуппертца [3]. Таким образом, описание сервиса на данном шаге методики представляется в виде организационного блока описания:

$$\text{Organization Block} = S_i = \langle Atr_1, Atr_2, \dots, Atr_{12} \rangle.$$

Рассмотрим, что собой представляет каждый атрибут из кортежа $S_i = \langle Atr_1, Atr_2, \dots, Atr_{12} \rangle$.

Atr_1 – множество прикладных функций ИТ-услуги, $Atr_1 = \{F_l\}$, $l = 1..L$, при этом F_l характеризует количество подключений пользователей к данной функции, что отражает ее востребованность в целом и у отдельных заказчиков.

Atr_2 – множество количественных характеристик прикладных функций F_b , $Atr_2 = \{KF_b\}$, $b = 1..B$. Единица измерения KF_b зависит от конкретной услуги и от конкретной количественной характеристики.

Atr_3 – множество точек предоставления ИТ-услуги, $Atr_3 = \{Tпред_q\}$, $q = 1..Q$. (Например, точкой предоставления услуги может быть локальное рабочее место пользователя, удаленный доступ с ноутбука или мобильное приложение для смартфона.)

Atr_4 – минимальное количество лицензий на услугу (т.е. минимальное количество пользователей, которые могут подключиться и использовать сервис).

Atr_5 – время предоставления услуги, т.е. когда пользователь может воспользоваться ИТ-услугой. Atr_5 – количество часов за период времени с учетом расписания (например, с пн по пт).

Atr_6 – время сопровождения, т.е. когда пользователь может обратиться за помощью в Service Desk. Atr_6 – количество часов за период времени с учетом расписания (например, с пн по пт).

Atr_7 – множество языков поддержки, т.е. на каком языке пользователи могут общаться с сотрудниками службы Сервис Деск. $Atr_7 = \{lang_x\}$, $x = 1..X$.

Atr_8 – доступность ИТ-услуги. Этот атрибут можно назвать основной характеристикой ИТ-услуги. Доступность отражает, насколько часто пользователь может подключаться и использовать сервис в течение периода P . Единица измерения доступности – процент времени. Фактическая доступность ИТ-услуги может быть рассчитана по формуле

$$Atr_{8\text{факт}} = \frac{t_{\text{общ}} - t_{\text{недост}}}{t_{\text{общ}}},$$

где $t_{\text{общ}}$ – общее время предоставления услуги;

$t_{\text{недост}}$ – время недоступности услуги в течение времени $t_{\text{общ}}$.

Также может быть рассчитана ожидаемая доступность ИТ-услуги. Для этого применяется следующая формула:

$$Art_{\text{ожид}} = \frac{t_{\text{общ}} - \sum_{j=1}^M \frac{Ver(KE_j) \cdot t_{\text{недост}}^*(KE_j)^{izb}}{t_{\text{общ}}^{(izb-1)}}}{t_{\text{общ}}},$$

где $Ver(KE_j)$ – вероятность (в %) отказа j -й конфигурационной единицы;

$t_{\text{недост}}^*(KE_j)$ – ожидаемое время простоя j -й конфигурационной единицы из-за отказа;

izb – уровень избыточности в ресурсно-сервисной модели.

Atr_9 – время реакции, т.е. время (в часах), через которое ИТ-служба должна отреагировать на инцидент в случае его возникновения.

Atr_{10} – время восстановления, т.е. время (в часах), за которое ИТ-служба должна восстановить нормальную работу ИТ-услуги после инцидента.

Atr_{11} – множество прикладных функций сервиса, одновременная работоспособность которых необходима для того, чтобы ИТ-услуга считалась доступной (частично доступной). $Atr_{11} = \{F_l\}, l = 1..L$.

Atr_{12} – стоимость ИТ-услуги за период времени.

Третий шаг методики подразумевает создание семантического описания научных и образовательных сервисов в ИОП. На данном этапе описания сервиса осуществ-

ляется с использованием семантического блока описания [6]:

Semantic Block (I, O, P, R, E),

где I – множество типов данных на входе;

O – множество типов данных на выходе;

P – множество логических выражений, отражающих предусловия, при выполнении которых возможно успешное выполнение сервиса;

R – логическое выражение, связывающее входы и выходы;

E – множество логических выражений, отражающих эффекты выполнения процесса с точки зрения изменения состояния внешней среды.

Четверка $\langle I, O, P, E \rangle$ составляет семантическую модель сервиса в соответствии с рекомендациями W3C, где каждое из множеств задается классами онтологии. При этом в ИОП подразумевается использование онтологий с исключительно тонкой классификацией понятий и, соответственно, огромным числом классов и отношений между ними. Как построение таких онтологий предметных областей, так и, что особенно важно, практическое использование их, представляет исключительную сложность. Поэтому, согласно [6], чтобы снять неоднозначность в описании сервиса, добавляется отображение R входов абстрактного процесса, выполняемого в конкретной предметной области, на его выходы.

Отображение R моделируется предикатом местности $|I| + |O|$, т.е. местности, равной сумме мощностей множеств. Понимая онтологию

как концептуальную модель предметной области, задаваемую логической теорией первого порядка, можно явно определить этот предикат, записывая логическое выражение, связывающее входы и выходы процесса [6].

Четвертый шаг методики подразумевает программное описание научных и образовательных сервисов в ИОП. На данном этапе описание сервиса представляет собой программный блок описания [8]:

Program Block (*types, message, portType, binding*),

где *types* – вид отправляемых и получаемых сервисом XML-сообщений;

message – множество сообщений, используемых сервисом;

portType – множество операций, которые могут быть выполнены с сообщениями;

binding – способ, которым сообщение будет доставлено.

5. Средства описания сервисов и контента в ИОП

Для обеспечения полноты описания научных и образовательных сервисов необходимо описывать не только сами сервисы, но и научные и образовательные материалы, т.е. контент информационно-образовательного пространства. При этом описание контента также целесообразно осуществлять в соответствии с предложенной выше методикой.

Средства, применяемые для описания сервисов и контента, будут различными. Средства, которые предлагается использовать на каждом шаге методики, представлены в табл.

Средства описания сервисов и контента в информационно-образовательном пространстве

| Объект описания | Шаг методики | | | |
|-----------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Сервисы | IMS Enterprise Services Specification; IMS Learner Information Package Specification; IMS Abstract Framework; Образовательные и профессиональные стандарты. | Библиотека ITIL | OWL OWL-S; WSMO; SAWSDL | WSDL; XML; SOAP |
| Контент | Образовательные и профессиональные стандарты | Инструкции по применению, регламенты | OWL | SCORM; Common Cartridge |

Так как все научные и образовательные сервисы, выделенные в рамках информационно-образовательного пространства, по своим функциональным возможностям соответствуют прикладным функциям современных систем управления обучением (Learning Management Systems, сокр. LMS), то целесообразно предложить в качестве нормативных документов, используемых на первом шаге методики описания, спецификации IMS.

Описание образовательного контента на первом шаге методики подразумевает соотнесение образовательных материалов с существующими образовательным и профессиональным стандартами. Для образовательных стандартов следует соотносить описываемый контент с перечнем профессиональных задач, перечнем общекультурных и профессиональных компетенций и перечнем основных образовательных программ (в соответствии с учебными дисциплинами). Для профессиональных стандартов описываемый контент следует соотносить с перечнем трудовых функций, трудовых действий, знаний и умений.

На организационном уровне стека интероперабельности EIF контент в рамках ИОП характеризуется регламентами, инструкциями и рекомендациями по использованию научного и образовательного материала.

Семантическое описание контента в ИОП подразумевает составление онтологий в различных предметных областях с возможностью интеграции нескольких онтологий. Описание онтологии сервисов, создается на базе OWL.

Как такового описания контента в рамках программного блока не подразумевается. Для обеспечения программного взаимодействия с контентом в информационно-образовательном пространстве достаточно поддержки таких стандартов распространения электронных курсов, как SCORM и Common Cartridge.

6. Процесс описания сервисов в соответствии с предлагаемой методикой

Процесс описания сервиса в соответствии с представленной методикой начинается с выявления соответствия сервиса существующим законам и стандартам в области образования на нормативном уровне интероперабельности EIF. Обобщенная схема процесса описания сервиса в ИОП представлена ниже на рис. 1 и 2. Результатом описания сервиса на нормативном уровне должен стать заполненный нормативный блок описания, т.е. должны быть определены значения атрибутов нормативного блока описания.

Чтобы определить значения атрибутов нормативного блока описания, необходимо изучить и сопоставить предъявляемые к сервису требования и нормативную

базу, выявив законы и стандарты, которым должен соответствовать сервис.

Рассмотрим для примера сервис «Формирование учебного плана» и определим для него значения атрибутов нормативного блока описания. При составлении учебного плана в рамках данного сервиса учитываются два нормативных документа – ФГОС и профессиональные стандарты по соответствующему направлению подготовки в зависимости от специальности, для которой составляется учебный план.

Далее определим, с какими пунктами нормативных документов непосредственно связан сервис. В рамках ФГОС сервис учитывает следующие пункты: перечень профессиональных задач, перечень общекультурных и профессиональных компетенций, пе-

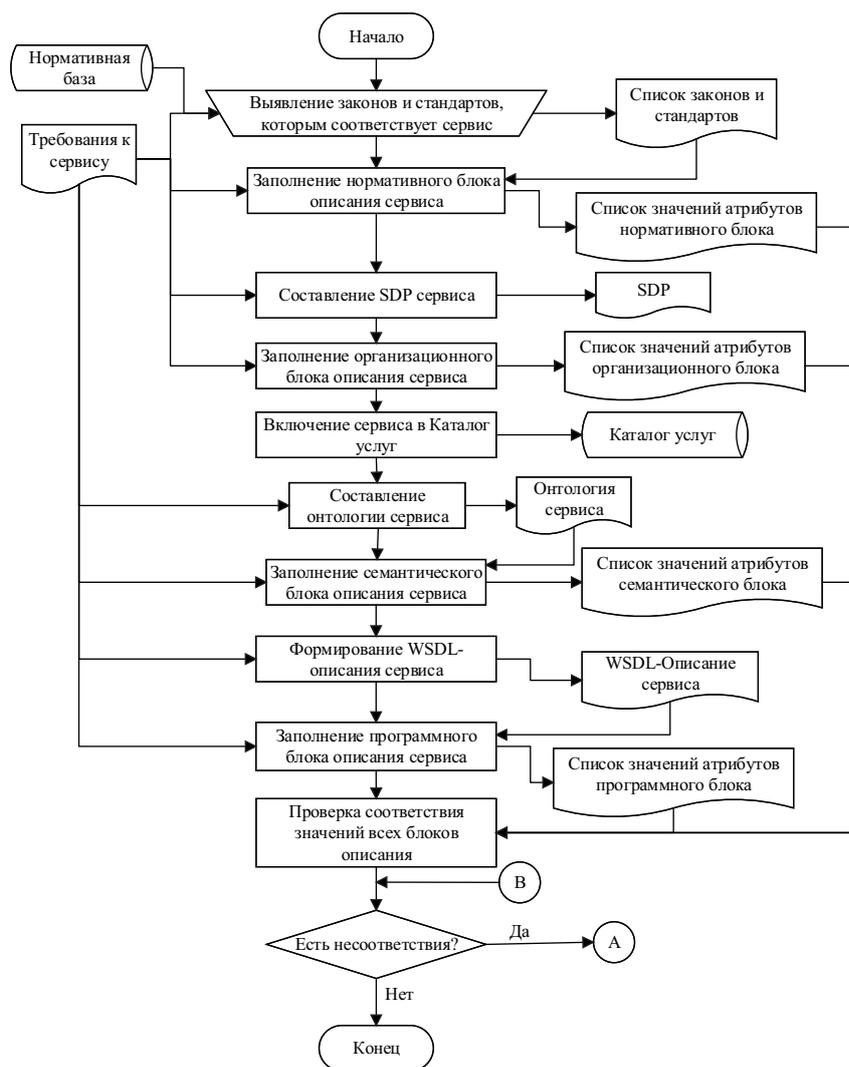


Рис. 1. Обобщенная схема процесса описания сервиса в ИОП

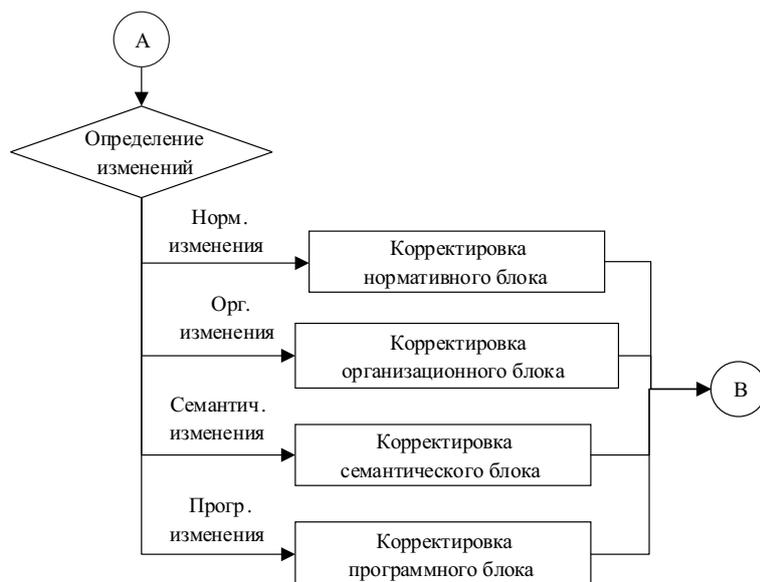


Рис. 2. Обобщенная схема процесса описания сервиса в ИОП (продолжение)

речень основных образовательных программ в соответствии с учебными дисциплинами. В рамках профессионального стандарта сервис учитывает перечень трудовых функций, которые могут выполняться обучающимися по результатам выполнения учебного плана, перечень трудовых действий, которые фактически составляют трудовую функцию, и перечень знаний и умений, которые также относятся к трудовой функции.

Полученный на выходе образовательный контент, т.е. учебный план по конкретному направлению подготовки, сформированный с помощью данного сервиса, будет в своем описании содержать ссылки на конкретный ФГОС и конкретные профессиональные стандарты и содержащиеся в них пункты (конкретные общекультурные и профессиональные компетенции, трудовые функции и т.д.).

После того как сформирован нормативный блок описания, подготавливается организационный блок описания. Это подразумевает определение значений атрибутов П. Хуппертца, которые описывают ИТ-услугу, предоставляющую сервис. Фактически значения данных атрибутов определяют спецификацию ИТ-услуги, характеризуют ее с точки зрения соответствия назначению (полезность) и с точки зрения соответствия требуемым условиям использования (гарантии).

Для того чтобы определить значения атрибутов организационного блока описания корректно и в полной мере, должна быть подготовлена проектная документация услуги (SDP), и именно она должна являться достоверным источником всей необходимой и актуальной информации об ИТ-услуге, так как SDP отражает все аспекты ИТ-услуги и требования к ней на каждой стадии жизненного цикла [10].

Определим в качестве примера значения некоторых атрибутов организационного блока описания для сервиса «Формирование учебного плана». В перечень прикладных функций, выполняемых данных сервисов, входят следующие:

- формирование списка учебных дисциплин;
- построение матрицы компетенций;
- построение и проверка структурно-логической схемы изучения дисциплин;
- построение графика учебного процесса;
- построение и согласование учебного плана.

Сервис может предоставляться на персональных компьютерах с подключением к сети Интернет в браузерах IE, Chrome, Opera, Mozilla Firefox, Yandex.

Время предоставления сервиса: 24/7.

Время поддержки сервиса: с 9.00 до 19.00, пн-пт.

Время реакции в случае сбоя: 8 часов.

Время восстановления после сбоя: 24 часа.

Язык поддержки: русский.

Доступность сервиса: 95%.

Услуга считается недоступной в случае полного отказа или некорректной работы одной или нескольких прикладных функций сервиса.

После того как определены значения атрибутов организационного блока описания и ИТ-услуга готова к предоставлению, она может быть включена в Каталог услуг. Отметим, что для Каталога услуг могут быть выделены разные значения атрибутов организационного блока описания для разных уровней сервиса.

Далее для описания сервиса на семантическом уровне интероперабельности стека EIF и последующего заполнения семантического блока описания составляется онтология сервиса. В качестве примера приведем часть онтологии сервиса «Формирование учебного плана» на языке OWL, где описывается матрица требуемых компетенций в соответствии с образовательным стандартом.

```

... <ClassAssertion>
  <Class IRI=>http://
sp.mesi.ru/personal/corpmask_
vkazakov/Personal%20Documents/
Ontology1323067021328.
owl#ProjectActivity/>
  <NamedIndividual
IRI=>#pa6/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI=>#GeneralPro
fessionalCompetence/>
  <NamedIndividual
IRI=>#pk1/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI=>#Profession
alActivityCompetence/>
  <NamedIndividual
IRI=>#pk10/>
</ClassAssertion> ...

```

Программное описание сервиса для реализации программно-технического взаимодействия с приложениями и другими сервисами ИОП создается с помощью технического блока описания на базе языка WSDL. Имея сведения о входных и выходных данных сервиса и их типах, можно сформировать WSDL-

описание сервиса. В качестве примера приведем отрывок такого описания для сервиса «Формирование учебного плана».

```

... <portType
name=»StudyPlanPortType»>
  <operation
name=»GetStudyPlan»>
    <input message=»tns:G
etStudyPlanRequest» />
    <output message=»tns:
GetStudyPlanResponse» />
  </operation>
</portType>
<binding
name=»StudyPlanBinding»
type=»tns: StudyPlanPortType»>
  <soap:binding style="rpc"
transport=»http://schemas.
xmlsoap.org/soap/http» />
  <operation
name=»GetStudyPlan»>
    <soap:operation
soapAction=»» />
    <input>
      <soap:body
use=»literal» />
    </input>
    <output>
      <soap:body
use=»literal» />
    </output>
  </operation>
</binding>
<service name=»StudyPlanService»>
  <port name=»
StudyPlanServicePort»
binding=»tns: StudyPlanBinding «>
  <soap:address
location=»http://localhost:80/
StudyPlanService.php» />
</port>
</service> ...

```

7. Связь этапов методики описания сервисов с этапами жизненного цикла сервиса

Последовательность прохождения уровней стека интероперабельности «сверху вниз» неслучайна. Она связана с этапами жизненного цикла сервиса. Описание научных и образовательных сервисов в соответствии с предлагаемой методикой начинается до их фактического появления в информационно-образовательном пространстве и готовности к использованию. Таким образом, первый шаг методики – описание соответствия сервиса образовательным и профессиональным стандартам – можно отнести к сервисной стратегии или к предпроектному этапу до непосредственной разработки сервиса.

Конечно, можно было бы указать степень соответствия определенным стандартам и другие параметры для уже подготовленного к эксплуатации сервиса. Но соблюдение последовательности шагов методики в привязке к этапам жизненного цикла позволяет описывать все параметры сервиса в качестве требований для разработки. В этом случае вероятность соответствия научных и образовательных сервисов ожиданиям пользователей информационно-образовательного пространства будет выше.

Следующие шаги методики, связанные с описанием ИТ-услуги по предоставлению сервиса и с его онтологическим описанием, можно отнести к этапу проектирования. Описание сервиса с помощью WSDL и других программных языков для последующего взаимодействия с другими сервисами и приложениями в ИОП можно отнести к этапу программной реализации.

Выводы

Предлагаемая методика описания сервисов отличается тем, что позволяет объединить и структурировать разнородные данные, которые характеризуют сервисы и предназначены для разных ролей агентов информационно-образовательного пространства, на разных уровнях интероперабельности. Также данная методика имеет элементы научной новизны, поскольку учитывает при описании сервисов особенности образовательной деятельности за счет привязки к существующим законам, спецификациям и стандартам в области образования. Это дает возможность повысить полноту описания сервисов и комплексно подойти к решению задачи организации эффективного взаимодействия сервисов в информационно-образовательном пространстве на базе сервис-ориентированной архитектуры.

Литература

1. ITIL 2011. Service Design. – TSO, 2011.
2. ISO/IEC 20000:2005. Информационная технология. Управление услугами.
3. *Huppertz Paul G.* Сервиселизация услуги: от идентификации к биллингу // IX Российский IT Management Форум. – М., 2012.
4. OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax [Electronic resource] // W3C Recommendation, 2004. – URL: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-semantics-20040210/>
5. *Дерецкий В.А.* Подходы и задачи композиции сервисов в семантическом web окружении // Проблемы программирования. – 2008. – № 4.
6. *Климов В.В.* Модели, алгоритмы и программные средства поиска и композиции веб-сервисов с использованием семантических описаний: дис. ... канд. техн. наук. – М.: МИФИ, 2012.
7. *Шереметов Л.Б., Санчес К.* Семантическое расширение сервисных описаний // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2009. – № 2.
8. Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 1: Core Language. <http://www.w3.org/TR/wsdl20>
9. *Бойченко А.В., Корнеев Д.Г.* Описание технологии обеспечения интероперабельности с использованием модели OSE/RM // Сборник научных трудов XVII научно-практической конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ – 2014)». – М., 2014.
10. ITIL 2011. Глоссарий терминов и определений. – TSO, 2011.
11. *Тельнов Ю.Ф.* Онтологический инжиниринг информационно-образовательного пространства // Сборник научных трудов XVII научно-практической конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ – 2014)». – М., 2014.

Использование сетецентрического принципа самосинхронизации в управлении

Рассматриваются особенности различных этапов формирования управленческих решений, реализующих процесс самосинхронизации

Ключевые слова: *сетецентрические особенности, самосинхронизация, массирование результатов, ранжирование угроз, управленческие решения.*

USE OF NETWORK-CENTRED PRINCIPLE OF SELF-SYNCHRONISATION IN MANAGEMENT

The article considers features of the various stages of formation of management decisions implementing the process of self-synchronization.

Keywords: *Network-centric features, self-synchronization, massing results, ranking threats, managerial decisions.*

Введение

Сетевые структуры получают все большее распространение в различных областях современного общества [1]. Эта тенденция, может быть, больше чем в других областях характерна для военных организаций. Под ее влиянием в конце XX в. в США была разработана новая концепция управления. Она получила название сетецентрической концепции, в основе которой лежит понятие сети, а ее суть заключается в объединении всех поражающих, логистических, информационных, дипломатических, социальных и других средств в сетевую систему, включающую в себя все уровни и направления управления военными операциями [2]. Она стала возможной за счет того, что преимущества отдельных технологических средств объединяются в единую надежную географически распределенную сетецентрическую систему [3, 4]. Концепция вызвала не только широкую дискуссию, но и легла в основу программ реформ и развития армий ряда стран. Идеи сете-

центрической концепции вызвали интерес, а во многих случаях и стремление использовать их в невоенных применениях. В работе рассматривается один из аспектов такого применения.

Постановка задачи

Цель работы – попытка наряду с традиционными использовать элементы сетецентрических принципов реализации процессов самосинхронизации в невоенном применении.

Рассматриваются:

- компьютерный мониторинг в процессе самосинхронизации с анализом состояния близких по своим параметрам звеньев сети;
- сетецентрические особенности формирования целей самосинхронизации;
- создание нового звена сети в процессе самосинхронизации.

Работа не претендует на охват всех аспектов формирования решений на самосинхронизацию. В ней рассматриваются только компьютерные методы с использованием сетецентрических принципов.

1. Принцип самосинхронизации

В современном сетевом обществе наряду с существованием открытой угрозы крупномасштабного столкновения возникает множество угроз локального характера, во многих случаях требующих максимально быстрой реакции [5]. Одним из эффективных средств ликвидации угроз такого типа выступает реализация принципа самосинхронизации, являющегося одной из важных составляющих сетецентрической концепции. Самосинхронизация обеспечивает руководителям всех уровней сети возможность действовать практически автономно, самостоятельно формулировать оперативные задачи и решать их на основе информации, представляемой системой мониторинга в режиме, близком к реальному времени. Концепция повышает значение инициативы руководителей всех уровней и их соучастия в реализации задачи, поставленной руководителем сети.

Понятие самосинхронизации достаточно близко к требованию



*Эдуард Анатольевич Трахтенгерц,
д.т.н., г.н.с.
Тел.: (495) 334-88-40
Эл. почта: tracht@ipu.ru
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН, Москва
www.ipu.ru*

*Eduard A. Trahtengerts,
Doctor of Science, Chief Researcher
Tel.: (495) 334-88-40
E-mail: tracht@ipu.ru.
Institute of Control Sciences of RAS,
Moscow
www.ipu.ru*

проявления инициативы, всегда предъявлявшейся как к военным, так и гражданским руководителям. Но оно значительно расширено:

- это не пожелание, а обязательное требование к руководителям всех уровней, обеспеченное расширением прав и возможностей в использовании своих сил и средств, а также возможностей взаимодействия с другими руководителями;
- самосинхронизация должна обеспечить быстроту и неожиданность реакции на создающуюся или уже возникшую угрозу. Она должна реализовываться на основании анализа всех видов информации, регулярно получаемой руководителями всех уровней и направлений в соответствии с сетцентрической концепцией;
- процесс самосинхронизации должен соответствовать принципу массирования результатов. То есть для выполнения своей задачи руководитель должен иметь возможность использовать не только свои, но и не полностью загруженные силы и средства соседей, не стремясь сосредоточить как можно больше сил и средств на своем участке.

Для каждой цели каждого звена сети могут быть свои стратегии реализации процесса самосинхронизации, которые могут различаться как алгоритмами, так и фактическими параметрами. Еще одна особенность самосинхронизации в том, что наряду с жестко управляемыми сверху вниз структурами (неважно в какой области – политической, экономической, военной) создаются мозаичные системы, состоящие из небольших, хорошо организованных звеньев (подразделений, групп), которые могут реконфигурироваться в зависимости от цели функционирования и сложившейся обстановки. Связи в таких системах и даже набор звеньев в них являются динамическими, т.е. могут меняться во времени. Более того, отдельные звенья в пределах возможностей своих ресурсов могут создавать новые структуры и ликвидировать ставшие ненужными.

Для реализации управления процессом самосинхронизации в каждом звене создается человеко-

машинный объект. Такой объект будем называть агентом и считать единым целым, не различая пока, какие функции выполняет специалист (или группа специалистов), а какие – компьютер (или подсистема вычислительных средств). Каждый агент, с одной стороны, функционирует достаточно автономно, т.е. сам может определять цели и стратегии самосинхронизации и их реализацию, с другой стороны, он является составляющей иерархической системы управления, и в силу этого действия агентов должны быть синхронизированы по времени и согласованы по характеру воздействий.

В таком подходе заложены две составляющие:

- методы создания агентов, алгоритмы их взаимодействия и организация функционирования системных программ многоагентных систем поддержки принятия решений. Эта составляющая не рассматривается. Она обсуждается, например, в [6, 7];
- методы и алгоритмы, посредством которых компьютерная многоагентная система реализует процесс самосинхронизации, они рассмотрены ниже.

2. Некоторые особенности мониторинга в процессе самосинхронизации

Организации мониторинга посвящено много работ, например [8, 9]. Из всего многообразия вопросов, связанных с мониторингом, рассмотрим только два, характерных для самосинхронизации.

2.1. Структура системы мониторинга в процессе самосинхронизации

Сетевая война и, следовательно, мониторинг, по определению ее теоретиков не имеет ни начала, ни конца. Она ведется против всех. Если в какой-то чужой сети происходит сбой или обнаруживаются враждебные действия, мониторинг должен их определить, и сеть, в интересах которой функционирует мониторинг, должна стремительно это использовать, в том числе и посредством самосинхронизации.

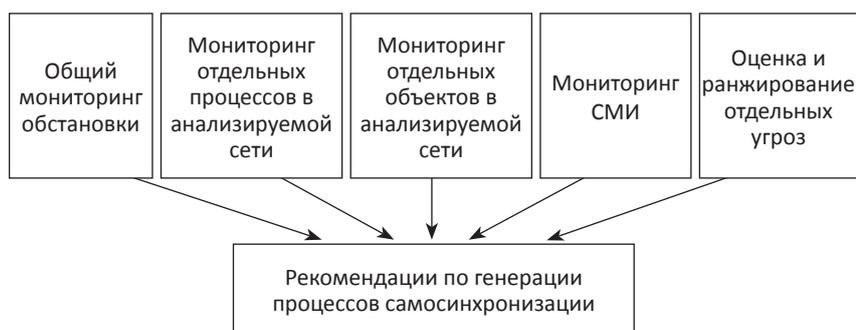


Рис. 1.

Схема мониторинга, обеспечивающая информацией процесс, представлена в виде рис. 1.

Дадим небольшой комментарий.

- **Общий мониторинг обстановки** необходим для выявления угроз или каких-либо благоприятных факторов для сети, в интересах которой ведется мониторинг. Наверно, самый известный пример такого мониторинга – система перехвата и анализ информации, циркулирующей в мировых сетях, разоблаченная Сноуденом.

Сетевая система общего мониторинга обстановки объединяет средства частного мониторинга звеньев всех уровней и направлений в единое целое. Она должна обеспечить доведение всей необходимой информации до адресатов в реальном или близком к нему времени. Такой подход позволяет резко улучшить понимание сложившейся обстановки, способствуя реализации процессов самосинхронизации руководителями всех уровней.

- **Определение и оценка отдельных угроз** позволяет определять и ранжировать степень опасности отдельных причин для сети или ее звеньев. На основании таких оценок могут формироваться решения по целям и стратегиям самосинхронизации. Методы таких оценок зависят от конкретных приложений. Пример рассмотрен в разд. 2.2.

- **Мониторинг отдельных процессов**

Исходя из структуры сети, для каждого i -го ее звена (своей или враждебной) может определяться динамика различных показателей, например [10]:

А. показатели финансовой устойчивости с оценкой коэффици-

ента финансовой устойчивости, коэффициента финансирования, коэффициента автономии и др.;

В. показатели деловой активности, включающие: коэффициенты оборачиваемости активов, основных средств, оборотных фондов, денежных средств, дебиторской задолженности и т.д.;

С. анализ рентабельности: продаж, производства, активов, собственного капитала, внеоборотного капитала (сумм, вложенных в основные фонды звеньев сети), текущих активов.

Периодический анализ изменения этих показателей (или набора других) показывает характер происходящих изменений и может быть использован для генерации процесса самосинхронизации.

- **Мониторинг отдельных объектов** может самостоятельно осуществляться агентами с различными задачами, в том числе и для генерации самосинхронизации. Пример такого процесса показан ниже.

- **Мониторинг СМИ.** Этому вопросу посвящено много работ, например [11–13]. Он очень специфичен, и поэтому здесь он не рассматривается.

2.2. Ранжирование агентом угроз по степени их опасности

Процесс самосинхронизации готовится и осуществляется только в том случае, если это необходимо для нейтрализации серьезных экономических, политических, социальных или других угроз. Четкое понимание таких угроз позволяет экспертам и руководителям отдельных звеньев сформулировать наиболее эффективные цели самосинхронизации для выполнения

своих агрессивных и (или) оборонительных задач. Начнем со списка угроз.

Помимо общих угроз, вызвавших необходимость атаки сети или обороны от нападающих конкурентов, каждый агент (звено сети) может видеть угрозы, опасные для него. Естественно, эти частные угрозы опасны для всей сети, но реакции они требуют от руководства звена (отдела, управления). Например:

- в отделе главного конструктора – падение уровня современности выпускаемой продукции;
- в отделах главного инженера – высокий процент изношенного и устаревшего оборудования;
- в бухгалтерии (финансовом отделе) – потребность в кредитах;
- в территориальных управлениях – снижение уровня продаж и т.д.

Оценка степени угрозы может быть произведена по архивным данным и текущей статистике как по всей сети в целом, так и по отдельным звеньям, управляемым своими агентами.

Пусть в нашем примере агенту Т необходимо оценить угрозы, показанные в списке 2.1, выявленные в процессе мониторинга.

Список 2.1:

- а) по мониторингу отдельных процессов – необходимость в кредитах;
- б) по мониторингу отдельных объектов – снижение продаж отдельных видов продукции в некоторых звеньях сети;
- в) по общему мониторингу обстановки – отсталость используемых технологий, вызывающая необходимость проведения ряда инновационных решений;
- д) по мониторингу отдельных процессов – возможность появления товаров-заменителей;
- е) по мониторингу СМИ – дискредитация некоторых видов продукции звена или сети.

Количественные оценки степени опасности угроз, требующих для своей нейтрализации генерации процесса самосинхронизации, определить трудно, поэтому система предлагает провести их попарное сравнение. Для этого в случае необходимости r -му агенту и его

Таблица 1

экспертам система предлагает построить матрицу H^r для r -го звена сети по следующему правилу [14]. Каждый элемент матрицы:

$$h_{ij}^r = \begin{cases} 1, & \text{если угроза } i \\ & \text{так же опасна, как и угроза } j; \\ 2, & \text{если угроза } i \\ & \text{опаснее угрозы } j; \\ 0, & \text{если угроза } i \\ & \text{менее опасна, чем угроза } j; \end{cases}$$

где i и j означают номер (индекс) опасности в списке 2.1.

Пусть для агента Т получена следующая матрица:

$$H^r = \begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & c & d & e \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 0 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 2 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Поскольку элементы матрицы интерпретируются как оценка сравнительной степени опасности по каждой паре угроз, то диагональные элементы равны единице. Далее система согласовывает оценки экспертов одним из известных алгоритмов компьютерного согласования. Будем считать, что матрица H^r согласована. Пример результата для агента Т представлен в табл. 1. В примере индекс $q^{(k)}$ означает номер итерации ($k = 1, 2, \dots$).

Однако такие субъективные оценки могут содержать и, как правило, содержат противоречия. Для их устранения система определяет для каждого звена наиболее опасную угрозу путем суммирования «очков опасности» каждой угрозы (суммирования элементов строк матрицы H^r).

Заметим, что самой опасной оказалась угроза «b», «набравшая» 7 очков, а самой безобидной – угроза «a» с 3 очками. Однако угроза «a» при парном сравнении оказалась опаснее «самой опасной» угрозы «b» (см. матрицу H^r). Необходимо учесть это обстоятельство при подсчете оценки опасности, т.е. учесть величину опасности сравнительно с другими угрозами. Для этого система «прибавляет» к очкам каждой угрозы очки тех угроз, для которых $h_{ij}^r = 1$, и удвоен-

| Индекс | Угрозы | | | | |
|-----------|--------|---|---|---|---|
| | a | b | c | d | e |
| $q^{(1)}$ | 3 | 7 | 6 | 4 | 5 |

Таблица 2

| Идентификатор угроз | Очки $q^{(1)}$ | Степень угроз | | | | | Очки $q^{(2)}$ |
|---------------------|----------------|---------------|----|----|---|----|----------------|
| | | a | b | c | d | e | |
| a | 3 | – | 14 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| b | 7 | 0 | – | 12 | 8 | 10 | 37 |
| c | 6 | 6 | 0 | – | 4 | 10 | 26 |
| d | 4 | 6 | 0 | 6 | – | 0 | 16 |
| e | 5 | 6 | 0 | 0 | 8 | – | 19 |

ное количество очков тем угрозам, у которых $h_{ij}^r = 2$. Этот процесс иллюстрирует табл. 2.

Система продолжает процесс учета и получает:

$$\begin{aligned} q_a^{(3)} &= 17 + 2 \cdot 37 = 91, \\ q_b^{(3)} &= 37 + 2(26 + 16 + 19) = 159, \\ q_c^{(3)} &= 26 + 2(17 + 19) + 16 = 114, \\ q_d^{(3)} &= 16 + 2 \cdot 17 + 26 = 76, \\ q_e^{(3)} &= 19 + 2(17 + 16) = 85. \end{aligned}$$

Аналогичный расчет производится системой для $q^{(4)} = (409, 709, 542, 372, 419)^T$. Распределение опасности угроз оказалось: $b > c > e > a > d$.

На следующем шаге получаем:

$$q^{(5)} = (1827, 3375, 2570, 1732, 1981)^T.$$

Система определила, что ранжирование оценки опасности угроз списка 2.1 стабилизировалось, расчет закончен. Относительная значимость опасности угрозы для одного звена система рассчитала по соотношению:

$$\begin{aligned} \alpha^{(5)} &= \left(\frac{q_a^{(5)}}{\sum_i q_i^{(5)}}, \dots, \frac{q_e^{(5)}}{\sum_i q_i^{(5)}} \right)^T \\ &= (0.159, 0.294, 0.224, 0.151, 0.172)^T. \end{aligned}$$

Компьютерная система определила, что самой опасной угрозой, для противодействия которой может потребоваться реализовать процесс самосинхронизации, является угроза «b» – «Снижение продаж по видам продукции». Ранжирование угроз необходимости проведения процесса самосинхронизации может быть, конечно, произведено с помощью других алгоритмов. Важно, чтобы такие оценки были произведены, а угрозы, вызыва-

ющие необходимость проведения самосинхронизации, ранжированы, потому что цели синхронизации очень часто выбираются в зависимости от этих угроз. На этом закончим рассмотрение особенностей мониторинга в процессе самосинхронизации.

3. Сетецентрические особенности формирования целей в процессе самосинхронизации

И в бытовых ситуациях, и в высокой политике роль традиций, инерции, боязни перемен очень высока. Формирование целей почти всегда вызывает значительные сложности. Боязнь формирования новых целей относится и к людям, безусловно, выдающимся. В конце Второй мировой войны, когда победа союзников была уже несомненна, на одной из встреч Рузвельт сказал Черчиллю, что Великобритании необходимо отказаться от своей колониальной системы. Прозорливый политик Черчилль, которого англичане считают одним из своих самых великих политических деятелей, со свойственной ему образностью речи ответил, что он не может быть председателем ликвидационного комитета Британской империи. Как известно, вскоре после окончания войны Великобритания вынуждена была отказаться от колоний и сформулировать новые экономические и политические цели. Такие коллизии, конечно, в несравненно меньших масштабах происходят постоянно.

Прежде чем приступить к формированию цели и стратегии само-

Таблица 3

синхронизации нужно определить, а стоит ли вообще проводить самосинхронизацию.

3.1. Определение целесообразности проведения самосинхронизации

В разд. 3.2 было установлено, что для агента Т сети, которого мы рассматриваем, наибольшую опасность представляют угрозы б) и с) списка 2.1: «Снижение продаж по видам продукции» и «Необходимость разработки инновационных решений по некоторым видам продукции».

Оценку целесообразности проведения самосинхронизации начнем с формирования набора критериев. Компьютерная система просит агента Т и его экспертов записать на своих компьютерах тот список критериев, который они считают нужным. Каждый эксперт или руководитель может его дополнить или вычеркнуть какие-то критерии. Система обрабатывает результаты по одному из известных алгоритмов и представляет результат для утверждения руководителю. Если представленный список утверждается, он считается согласованным.

Будем считать, что результатом компьютерной процедуры выбора критериев, по которым будут оцениваться необходимость самосинхронизации, стали: 1. рентабельность возможной системы послепродажного обслуживания; 2. отношение с местными властями; 3. возможность эффективного использования СМИ; 4. оценка улучшения обслуживания будущими клиентами. После утверждения списка система высвечивает таблицу типа табл. 3 на дисплеях руководителей и экспертов звена Т и просит проставить экспертные оценки r_k критериев для двух вариантов: проводить самосинхронизацию для противодействия угрозам б) и с) (проставить 1) или не проводить ее (проставить 0). (В табл. 3 проставлены номера критериев.)

Затем система подсчитывает суммы r_k для каждого варианта:

$$r = \sum_{k=1}^4 r_k.$$

| Идентификатор и наименование угрозы | Целесообразность проведения самосинхронизации | Значения критериев (r_k) | | | | r | Рекомендация |
|---------------------------------------|---|------------------------------|---|---|---|-----|-----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| б. Снижение продаж по видам продукции | целесообразно | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | целесообразно |
| | нецелесообразно | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| с. Отсталость используемых технологий | целесообразно | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | нецелесообразно |
| | нецелесообразно | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | |

Эксперты решили, что если $r > \frac{1}{2} r_{\max}$, $r_{\max} = \sum_k r_k$ ($r_k = 1, k = \overline{1, K}$), то рекомендуется проводить процесс самосинхронизации, в противном случае – нет.

В соответствии с табл. 3 компьютерная система рекомендует руководству звена реализовать процесс самосинхронизации для противодействия угрозе б.

3.2. Сетецентрический подход к поиску близких по характеристикам звеньев

Один из принципов сетецентрического анализа – максимальное использование информации при формировании решений. На основании мониторинга архивных данных компьютерная система ищет звенья, сумевшие преодолеть трудности, вызванные резкими изменениями ситуации, аналогичной текущей. Характеристики этих звеньев должны быть близки характеристикам звена Т, попавшей в кризисную ситуацию, по характеру деятельности (производства), объему выпускаемой продукции, численности сотрудников (возможно

по категориям), объему оборотных средств, величине уставного капитала и т.д. Компьютерная система агента должна проанализировать данные по официальным отчетам, характеризующие деятельность этих звеньев, и проанализировать прессу (пока автоматически это сделать нельзя).

Будем считать, что по архивным данным компьютерная система агента определила, что в недалеком прошлом три звена В, С и D, производившие продукцию, по своей номенклатуре близкую к продукции агента Т, оказались в кризисном положении, похожем на положение звена Т в настоящее время. Они сумели преодолеть кризис, но с разным уровнем успеха.

Будем считать, что набор критериев и их значения для нашего примера, показанные в табл. 4, сгенерированы и согласованы компьютерными методами, описанными, например, в [8].

Поскольку каждая оценка табл. 4 учитывает несколько составляющих, влияющих на значение критериев, для ее оценки можно использовать средневзвешенные значения [7]:

Таблица 4

| № и наименование критериев | Значения критериев звеньев | | | |
|---|----------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| | Т, находящегося в кризисе | в докризисный период | | |
| | | В | С | Д |
| 1. Возможность появления новых технологий | отсутствует (5) | отсутствовал (5) | была не-большая (4) | существовал (3) |
| 2. Квалификация специалистов | хорошая (4) | удовлетв. (3) | низкая (2) | удовлетв. (3) |
| 3. Состояние послепродажного обслуживания | удовлетв. (3) | хорошее (4) | удовлетв. (3) | плохое (2) |
| 4. Уровень требований покупателей к продукции звена Т | высокий (4) | средний (3) | средний (3) | низкий (2) |
| 5. Оценка средств массовой информации | положительная (4) | положительная (4) | положительная (4) | резко критическая (2) |

$$h_i = \frac{1}{m \times n} \sum_{i=1}^m k_i \sum_{j=1}^n c_{ij}$$

где c_{ij} – балльная оценка j -го эксперта значения i -й составляющей, влияющей на оценку;
 k_i – коэффициент важности i -й составляющей, влияющей на значение критерия;
 m – число рассматриваемых составляющих;
 n – количество экспертов.

Сравнивая значения параметров работы анализируемого звена в текущий момент со значениями этих же параметров для звеньев, оказавшихся в похожей кризисной ситуации в прошлом, система определяет, насколько похожи положения этих звеньев. В тех случаях, когда сравниваемых параметров немного, можно просто сравнивать значения характеристик звеньев В, С и Д в прошлом с характеристиками звена Т в настоящий момент.

Поскольку список параметров, приводимых в экономических работах и в работах по другим областям деятельности, обычно достаточно велик, анализ и сравнение ситуаций в прошлом и настоящем становится непростой задачей. В нашем примере степень близости звеньев В, С и Д к звену Т может быть определена, например, методом распознавания образов [15].

Наиболее близким считается одно из перечисленных в табл. 4 звеньев W_i $i = \overline{1, I}$, для которого

$$L(w_T, W_i) = \min_{i \in I} \sqrt{\sum_{j=1}^I k_j (w_T^j - W_i^j)^2}$$

где k_j – «вес» j -го критерия: w_T^j – значение j -го критерия звена Т сети; а W_i^j – значение j -го критерия i -ого звена.

Для определения «весов» критериев система просит экспертов дать свои оценки «веса», используя, например, один из методов, рассмотренных в [8], или какой-нибудь другой по каждому критерию табл. 4. Будем считать, что результаты обработки данных показали, что по оценкам экспертов значения «весов» для всех критериев близки, поэтому $k_j = 1, j = \overline{1, n}$.

Теперь система определяет меру близости между значениями критериев звена Т и звеньями,

данные о которых взяты из архивов (см. табл. 4).

$$L(w_T, W_1) = \sqrt{(5-5)^2 + (4-3)^2 + (3-4)^2 + (4-3)^2 + (4-4)^2} = 3,$$

$$L(w_T, W_2) = 6,$$

$$L(w_T, W_3) = 16,$$

где W_1, W_2, W_3 – вектора значений критериев табл. 4 для звеньев В, С и Д; w_T – значение показателей звена Т.

Таким образом, самыми близкими оказались звенья Т и В. Поэтому одним из источников данных для формирования цели звена Т могут стать данные звена В, как наиболее отличающегося от звена Т, в дальнейшем анализировать не будем.

3.3. Сетевое определение цели самосинхронизации

Затем система анализирует действия звеньев В и С, которые успешно вышли из похожих кризисных ситуаций. Поскольку свои цели звенья афишируют далеко не всегда, то цели звеньев, сумевших выйти ранее из кризиса, система определяет по результатам их деятельности или по данным, предоставленным самими звеньями в порядке обмена горизонтальной информацией. Для этого компьютерная система выбирает из архивов данные, определяющие результаты деятельности звеньев В и С, и (или) использует данные, представленные их руководством. То есть фактически сравниваются значения критериев, достигнутые этими звеньями после ухудшения ситуации, со значениями критериев целей, которых хотело достиг-

нуть руководство звена Т до резкого изменения обстановки. Собранные данные система представляет экспертам и руководителям, предлагая дать оценки по каждому критерию. Полученные оценки от каждого эксперта сводятся в таблицу типа табл. 5 вместе с докризисными значениями критериев звена Т. Если агент Т не оценивал значения критериев, показанных в табл. 5, то он специально определяет значения, характеризующие эти критерии.

Из табл. 5 видно, что цель «Модернизация систем послепродажного обслуживания» в звене Т фактически не рассматривалась.

Согласовывать значения оценок строк 1 и 3 табл. 5 нет необходимости, так как это конкретные данные отчетов и планов. Оценки строк 2 и 4 в случае необходимости могут быть согласованы одним из известных методов.

На таком упрощенном примере можно «на глаз» определить, результаты какого звена ближе к оценкам звена Т. В реальности, когда показателей много, ранжирование степени близости показателей звеньев может оказаться сложной задачей. Поэтому проведем формальное сравнение их близости, используя функцию $K(s_i, s_j)$, значение которой увеличивается по мере того, как значения показателей сближаются. Одна из таких функций имеет вид:

$$K(s_i, s_j) = \frac{2 \sum_{i=1}^I \min(x_{i1}, x_{i2})}{\sum_{i=1}^I x_{i1} + \sum_{i=1}^I x_{i2}}, \quad (1)$$

где x_{i1}, x_{i2} – значения i -го показателя звеньев s_1 и s_2 соответственно.

Таблица 5

| № п/п | Наименование целей | Оценка реализации цели звена Т | Результаты после выхода из кризиса | |
|-------|---|--------------------------------|------------------------------------|---------|
| | | | звено В | звено С |
| 1 | % вложений свободных средств в модернизацию систем послепродажного обслуживания | 0 | 80 | 40 |
| 2 | Повышение балльной оценки изделий типа α и β | 10 | 9 | 6 |
| 3 | % увеличения прибыли | 10 | 8 | 3 |
| 4 | Соответствие принципу массивирования результатов | 5 | 6 | 4 |

Примечание. Оценка целей 2 и 4 дается по десятибалльной шкале.

В соответствии с табл. 5 компьютерная система получает:

$$K(s_T, s_B) = \frac{2[\min(0, 80) + \min(10, 9) + \min(10, 8 + \min(5, 6))]}{(0 + 10 + 10 + 5) + (80 + 9 + 8 + 6)} = 0.36$$

$$K(s_T, s_C), \quad (2)$$

где s_T, s_B, s_C – индексы звеньев Т, В и С.

Из соотношений (2) видно, что хотя значения критериев оценки целей звена Т ближе всего к значениям критериев звена В, но степень сходства небольшая. С другой стороны, по критериям табл. 4 до изменения обстановки звеня Т и В находились в примерно одинаковых условиях. Система определяет по каким целям у звеньев Т и В отличия самые существенные. В нашем примере – это цель «% вложений свободных средств в модернизацию систем послепродажного обслуживания». Поэтому система предлагает изменить значение этой цели звена Т с 0 на величину, близкую значению звена В (80%).

Компьютерная система определяет возможную стоимость процесса самосинхронизации, имеющиеся финансовые ресурсы, состояние рынка и т.п. (здесь эти вопросы не рассматриваются) и предлагает вложить в модернизацию послепродажного обслуживания звена Т 70% свободных средств. Тогда в соответствии с формулой (1) и скорректированными данными табл. 5 (% вложений свободных средств в модернизацию систем послепродажного обслуживания – 70%, а не 0) получаем:

$$k(s_T, s_B) = 0,93,$$

$$k(s_T, s_C) = 0,71, \quad (3)$$

где s_T, s_B, s_C – индексы звеньев Т, В и С.

Теперь оценка близости между значениями цели звена Т и результатом звена В очень высокая. Соотношение (3) показывает, что звену Т целесообразно произвести самосинхронизацию с целью «Увеличения % вложений свободных средств в модернизацию систем послепродажного обслуживания». Значения параметров целей, которых хотела достигнуть звено Т до

резкого изменения обстановки (см. табл. 5), близки к параметрам этих же целей звена В, успешно вышедшего из кризиса. Поэтому эти значения критериев целесообразно учитывать при формировании целей самосинхронизации. Таким образом, опираясь на сетцентрический принцип использования всей имеющейся информации (в нашем случае о звеньях В и С), компьютерная система сформулировала цель самосинхронизации: «Модернизация систем послепродажного обслуживания». Процент вкладываемых свободных (или доступных) средств должен быть определен после оценки планируемых расходов.

Появление этой цели – это возникновение нового проекта, очень важного для агента и, возможно, даже всей сети. Его реализация потребует от агента создания специального звена. Таким образом, система управления определила цель самосинхронизации и изменение структуры сети за счет генерации нового агента.

4. Пример процесса самосинхронизации

Особенность самосинхронизации не только в том, что руководитель некоторого подразделения проявляет инициативу. Это осуществлялось и во многих случаях приветствовалось задолго до появления сетцентрической концепции. В нашем примере особенность самосинхронизации в том, что по решению агента без согласования с руководством создается новое звено (подразделение), отвечающее целям руководства фирмы (сети), но не предусмотренное им заранее. Заметим, что сетцентрическая концепция не требует согласования стратегий и критериев сети с их использованием в каждом процессе самосинхронизации. Тем самым концепция ускоряет принятие решений и адаптирует их к местной обстановке. Эта особенность демонстрируется и в нашем примере.

После того как сформулирована цель самосинхронизации, агент должен определить стратегию ее реализации. Формирование списка

стратегий производится на основании данных мониторинга, проанализированных агентом Т. Будем считать, что в результате анализа стала ясна неконкурентоспособность изделий типа α и β . Список стратегий может быть произведен одним из методов, достаточно подробно освещенных в литературе, например в [8]. Поэтому, не рассматривая процедуру выбора, будем считать, что сформирован следующий предварительный список стратегий:

- внесение изменений в конструкцию продукции типа α и β , повышающих удобства их использования;
- организация обслуживания и ремонта изделий типа α и β в фирменной мастерской;
- создание изделий типа α и β на новых физических принципах, практически не требующих ремонта и проверки, т.е. повышенной надежности.

Для выбора стратегии из этого предварительного списка компьютерная система предложила агенту Т следующие критерии:

1. оценка варианта проекта будущими клиентами;
2. рентабельность;
3. отношение с местными властями;
4. возможность эффективного использования СМИ.

Надо отметить, что первый критерий требует социологического опроса клиентов. Пусть в результате такого опроса установлено, что основные претензии клиентов заключаются в невозможности отремонтировать изделия типа α и β , а также проверить правильность их работы. Очевидно, что надо создать условия для устранения недовольства клиентов.

Методы выбора стратегии из списка по заданным критериям также подробно освещены в литературе и поэтому здесь не рассматриваются. Будем считать, что по критериям, перечисленным выше, система выбирает стратегию «Организация послепродажного ремонта и тестирования». Формирование стратегии еще не определяет ее конкретную реализацию. Успешность выполнения стратегии

во многом зависит как от средств ее реализации, в нашем случае – от характеристик мастерской, так и от условий внешнего мира:

- реакции СМИ;
- выполнения сетецентрического требования массирования результатов;
- максимального использования информации.

По предварительным маркетинговым оценкам достаточно, по крайней мере, на первое время открыть одну мастерскую.

Для определения средств реализации процесса самосинхронизации, т.е. характеристик мастерской, введем следующие обозначения:

- h – тип мастерской. Мастерские могут подразделяться на различные типы. Выделим два типа: базовые и улучшенные: базовая, как правило, удовлетворяет чисто функциональным требованиям, улучшенная отличается от базовой лучшим оформлением и обслуживанием, собственным фирменным стилем и избыточным количеством оборудования, торговых и ремонтных площадей, гарантирующих отсутствие очередей;
- i – число ремонтных мест;
- j – уровень бытового сервиса в мастерских: $j = 0$ – отсутствие бытовых услуг, $j = 1$ – наличие туалетов, $j = 2$ – магазины запасных частей, туалеты и т.д.;
- k – число мест технического осмотра.

Прогноз доходов от увеличения продаж изделий типа α и β , вызванные улучшением каждого отдельного параметра послепродажного обслуживания, определить трудно. Но параметры мастерской, удовлетворяющие минимальным потребностям клиентов звена T и клиентов других звеньев (отсутствие очередей, качество ремонтов, время его проведения и т.п.), экспертным путем или с помощью социологического исследования определить можно.

Исходя из имеющихся у агента ресурсов и результатов маркетингового анализа, параметры мастерской могут быть заданы ограничениями. Так, например, при ограничениях: $3 \leq i \leq 6$, $0 \leq j \leq 2$, $1 \leq k \leq 2$, $h = 1$ допускается от 3 до

6 ремонтных мест, набор бытовых услуг: от их полного отсутствия до вариантов 1 и 2 и от 1 до 2 рабочих мест техосмотра.

Через E_{ijk} обозначим прогноз затрат на строительство мастерской с i ремонтными местами (E_i), k местами технического осмотра (E_k), и j -м вариантом бытовых услуг (E_j).

Предварительные оценки общих затрат на строительство составят:

$$E_{ijk} = E_i + E_j + E_k. \quad (4)$$

Сюда входит стоимость проекта, земли, строительного-монтажных работ и оборудования. Конечно, на самом деле зависимость между компонентами в формуле (4) несколько более сложная, так как при объединении различного вида услуг под одной крышей экономятся затраты на землю, строительные-монтажные работы и, возможно, проектирование. Значения E_i , E_j , E_k для всех допустимых i, j, k хранятся в базе данных системы.

Через D_{ijk} обозначим прогноз эксплуатационных расходов мастерской с параметрами i, j, k за год – нормы эксплуатационных расходов, зависящие от параметров мастерской (транспортные, амортизационные, заработная плата и т.д.) известны и также хранятся в базе данных. Сумму расходов, как и в (4), будем считать по соотношению:

$$D_{ijk} = D_i + D_j + D_k.$$

Прогноз дохода звена T , получаемый от улучшения послепродажного обслуживания (в нашем случае – создание ремонтной мастерской), складывается из трех составляющих: рост доходов от увеличения продаж продукции звена T – L_{ijk} , определяемый экспертно, и доходы от эксплуатации мастерской – P_{ijk} . Однако здесь надо учитывать третий фактор – прогноз возможных доходов от роста продаж в других звеньях, вызванный улучшением послепродажного обслуживания – μ_{ijk} . Это очень простой пример массирования результатов.

Прогноз дохода P_{ijk} , получаемый от эксплуатации мастерской типа i, j, k за год определим аналогично (4):

$$P_{ijk} = P_i + P_j + P_k + L_{ijk} - \mu_{ijk},$$

где P_i – прогноз дохода от эксплуатации i ремонтных мест; P_j – прогноз дохода от эксплуатации j -го варианта блока бытовых услуг; P_k – прогноз дохода от эксплуатации k -постов технического осмотра.

Определение E_{ijk} , D_{ijk} и P_{ijk} в соответствии с сетецентрическим принципом максимального использования информации должно опираться на характеристики затрат и прибыли по каждому параметру, получаемому как из архивных данных, так и из текущей информации, получаемой из различных источников. Методы учета этих факторов выходят за пределы работы, но их учет для успеха процесса самосинхронизации может оказаться чрезвычайно важным, так как занижение параметров мастерской может вызвать недовольство клиентов, что снизит спрос на продукцию звена T , а завышение – неоплачиваемые расходы.

Эффективность мастерской типа i, j, k система может рассчитывать по известным формулам. Например [16]:

по коэффициенту выгоды/затраты:

$$F_{ijk} = \sum_{t=1}^T \frac{P_{ijk}^t - (D_{ijk}^t + E_{ijk}^t)}{(1+r)^t}, \quad (5)$$

где r – ставка (норма) дисконта/процента; t – индекс, обозначающий год выполнения проекта. Существуют, конечно, и другие оценки.

Кроме оценок экономической эффективности на целесообразность строительства, аренды или покупки предприятия обслуживания, в том числе и мастерской, сетецентрический метод предполагает анализ и оценку максимума факторов, которые могут влиять на ситуацию, в нашем случае, например, требования населения данного района к характеру обслуживания, отношения с местными властями, возможность эффективного использования СМИ и т.д. В рассматриваемом примере ограничимся только этими тремя факторами, хотя их может быть гораздо больше.

Для учета влияния перечисленных выше и, возможно, других факторов система просит экспер-

тов агента Т поставить субъективные оценки их влияния. Обозначим критериальную оценку годовой эффективности (5) буквой А, критериальные оценки отношений с местными властями, возможности использования СМИ и предпочтений клиентов – соответственно буквами В, С и D.

Эти оценки ориентируются на сложившиеся нормы местного рынка. Поэтому важно, что самосинхронизацию реализует местное звено, знающее обстановку в районе его функционирования, и агент может ее реализовать, не тратя время на согласование с руководством.

Оценка W целесообразности строительства мастерской с данными параметрами может быть произведена, например, с помощью одного из следующих соотношений (возможны, конечно, и другие):

$$W = K_A^D * (A / D) + K_B * B + K_C * C \rightarrow \max, \quad (6)$$

$$W = \frac{K_A^D * (A / D)}{K_B * B + K_C * C} \rightarrow \max \quad (7)$$

$$W = \frac{K_A^D * (A / D) * K_B * B}{K_C * C} \rightarrow \max \quad (8)$$

где K_A^D , K_B , K_C – «веса» (важность) критериев A/D , B и C соответственно,

при оценке строительства мастерской с данными параметрами.

В соотношениях (6)–(8) присутствует частное A/D – критериальных оценок эффективности и варианта проекта будущими клиентами. Смысл частного в том, что чем меньше клиентам нравятся параметры мастерской, тем меньше будет величина экономической эффективности. Соотношение (6) дает сумму баллов, а функция (7) – «отношение» эффективности к двум другим факторам. Смысл формулы (7) в том, что чем хуже отношения с местными властями и прессой, тем большую часть прибыли придется тратить на создание нормальных условий работы. Смысл формулы (8) в том, что при определенных отношениях с властями прибыль может приумножаться, а плохое отношение со СМИ может снижать прибыль. Оценки рентабельности типа (5) в том или ином виде применяются повсеместно, а формализованные субъективные оценки типа (6)–(8) используются не часто.

При определении «весов» критериев агент руководствуется сетцентрическим требованием максимального использования информации. «Веса» критериев сильно

зависят от состояния агента и ситуации на рынке. Если агент сильный и ставит себе задачу завоевать часть рынка, то в период завоевания рынка он может не стремиться к высоким доходам. Поэтому «вес» K_A^D может быть небольшим. Балльные оценки рентабельности тоже могут быть смягчены.

Отношения с конкурентами и, особенно, с местными властями в этот период могут иметь очень большое значение. Поэтому «веса» критериев K_B и особенно K_C будут большими. После того как часть рынка завоевана и необходимо на нем закрепиться, «веса» критериев обычно меняются.

Таким образом, рассмотрены возможные методы определения параметров стратегии процесса самосинхронизации.

Заключение

Использование сетцентрических методов самосинхронизации повышает эффективность ликвидации последствий ухудшения ситуаций и повышает правильность принимаемых решений.

Искренне благодарен Н.И. Злобинской за большую помощь в этой работе.

Литература

1. Дугин А., Коровин В., Бовдунов А. Сетевые войны [Электронный ресурс] / Сайт С.П. Курдюмова. – Режим доступа: <http://spkurdumov.ru/networks/setevye-vojny>
2. Department of defense / The implementation of Network – Centric Warfare. – Washington D.C., 2005.
3. Arquilla J., Ronfeldt D.F. The emergence of noopolitik: toward an American information strategy. – Rand Corporation, 1999.
4. Arquilla J., Ronfeldt D.F. Networks and netwars: the future of terror, crime, and militancy. – Santa Monica: Rand Corporation, 2001.
5. Боев С.Ф., Рахманов А.А., Снока В.И. Сетцентрические системы регионального уровня реального масштаба времени // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2009. – № 3. – С. 64–68.
6. Трахтенгерц Э.А. Взаимодействие агентов в многоагентных системах // АИТ. – 1998. – № 9. – С. 3–52.
7. Green S., Hurst L., Nangle B., Gunningham P., Somers F., Evans R. Software agents: a review. 27 May 1997 [Electronic resource]. – URL: <http://www.cs.tcd.ie/research/groups/aig/iag/pubreview>
8. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управляющих решений. – М.: СИНТЕГ, 2009.
9. Мониторинг ИТ и управление сетями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aggregate.tibbo.com/snmp/>
10. Методика анализа финансового состояния предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cis2000.ru/cisFinAnalysis/MethodOfAnalysisOf...>
11. Морозова Е.Г. Политический рынок и политический маркетинг: концепции модели, технологии. – М.: РОССПЭМ, 1998.
12. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные системы и методы поддержки информационного управления. – М.: СИНТЕГ, 2010.
13. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные технологии манипулирования общественным мнением. – М.: СИНТЕГ, 2011.
14. Алексеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. – М.: ВШЭ, 2006.
15. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. – М.: Высшая школа, 2004.
16. Лимитовский М.А. Основные оценки инвестиционных и финансовых решений. – М.: Дека, 1998.

Путешествие окружности в треугольнике, а треугольника в ложбине, или Сам себе компьютерный режиссер

В статье рассмотрена необычная возможность использования анимации для изучения численных методов решения математических задач. Под анимацией понимается не только и не столько создание анимационных клипов, но непосредственное «оживление» результатов реализации численных методов.

Ключевые слова: численные и аналитические методы решения математических задач, Mathcad, анимация, Первое апреля.

TRAVEL OF A CIRCLE IN A TRIANGLE, AND THE TRIANGLE IN THE HOLLOW OR SELF COMPUTER DIRECTOR

The article describes an unusual possibility to use animation to study numerical methods for solving mathematical problems. Animation is defined not only and not so much as the creation of animation clips, but direct «revival» of the results of the implementation of numerical methods for solving mathematical problems on your computer

Keywords: Numerical and analytical methods for solving mathematical problems, Mathcad, animation, April Fool's Day.

Сразу без особого вступления «берем быка за рога». Правда, небольшое вступление было дано в аннотации.

Задача: дан треугольник (декартовы координаты трех его вершин (x_1, y_1) , (x_2, y_2) и (x_3, y_3)). Найти параметры вписанной в этот треугольник окружности: ее радиус r и декартовы координаты ее центра (x_r, y_r) (рис. 1).

Можно попытаться поискать в справочниках или интернете гото-

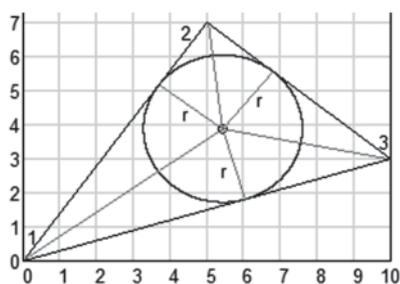


Рис. 1. Задача об окружности, вписанной в треугольник

вые формулы, по которым рассчитываются значения искомых величин r , x_r и y_r по значениям заданных переменных x_1, y_1, x_2, y_2, x_3 и y_3 . Но готовых формул для всех трех величин r , x_r и y_r найти не удастся (их и быть не может, вернее, пока не может: читаем статью дальше). Можно найти только одну очень изящную формулу, по которой рассчитывается радиус вписанной в треугольник окружности в зависимости от его площади (S) и полупериметра (p)¹ или в зависимости от

¹ Нормальный человек под переменной p будет понимать периметр (p – perimeter) треугольника – сумму длин его сторон. Но в этой формуле радиуса вписанной окружности для ее простоты математики под переменную p зарезервировали полупериметр. А сам периметр обозначается заглавной буквой P , так же как площадь обозначается заглавной буквой S . И это очень путает многих. Истинно сказано: «Иная простота хуже воровства». Одного из авторов, например, до сих пор смущает и путает тот факт, что в формуле площади круга стоит его радиус в квадрате, а в формуле

длин сторон треугольника (a, b и c) и полупериметра (площадь треугольника выражена формулой Герона $S_{\Delta} = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$, которую изучают в школе):

$$r = \frac{S}{p} = \sqrt{\frac{(p-a)(p-b)(p-c)}{p}}$$

Величины $S, p, a, b,$ и c нужно будет рассчитывать по другим формулам, которые опять же нужно где-то искать или выводить самому. Длины сторон треугольника можно, например, вычислить по значениям декартовых координат вер-

шины окружности этот радиус нужно помножить еще и на двойку, т.е. работать уже с диаметром, а не радиусом. Отсюда вывод. Вводя в расчет даже простейшую формулу (формулу для площади круга, например), чтобы не ошибиться, стоит себя подстраховать: искать формулу не в своей голове, а в справочниках – бумажных или интернетовских. Вернее, так: сначала попытаться найти в голове (это очень хорошо для тренировки памяти), а потом сравнить найденное с формулой из справочника.



Валерий Федорович Очков,

д.т.н., профессор

Тел.: (495) 362-71-71

Эл. почта: ochkov@twi.mpei.ac.ru

Национальный исследовательский

университет «Московский

энергетический институт»

<http://www.mpei.ru>

Valerij F. Ochkov

D. Sc. in Engineering, Professor

Тел.: (495) 362-71-71

E-mail: ochkov@twi.mpei.ac.ru

National research university «Moscow

Power Engineering Institute»

<http://www.mpei.ru>



Богомолова Елена Петровна,

к.ф.-м.н., доцент

Тел.: (495) 362-73-92

Эл. почта: bogomoloe@mpci.ru

Национальный исследовательский

университет «МЭИ»

<http://www.mpei.ru>

Elena P. Bogomolova,

Ph.D., Associate Professor

Тел.: (495) 362-73-92

E-mail: bogomoloe@mpci.ru

National Research University

“Moscow Power Engineering Institute”.

<http://www.mpei.ru>

$$x_1 := 0m \quad y_1 := 0m \quad x_2 := 5m \quad y_2 := 7m$$

$$a := \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} = 8.602m$$

$$x_3 := 10m \quad y_3 := 3m$$

$$b := \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2} = 6.403m$$

$$c := \sqrt{(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2} = 10.44m$$

$$p := \frac{a + b + c}{2} = 12.723m$$

$$S := \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)} = 27.5m^2$$

$$r := \frac{S}{p} = 2.161m$$

Рис. 2. Расчет в среде Mathcad радиуса окружности, вписанной в треугольник

шин с привлечением теоремы еще одного древнего грека – Пифагора (см. рис. 3).

Рисунок 2 – это протокол расчета радиуса вписанной в треугольник окружности, выполненный в среде Mathcad. Координаты вершин треугольника на рис. 2 даны в метрах. Это покоробит многих «чистых» математиков. Они сразу скажут, причем тут единицы длины²? Почему здесь именно метры, а не сантиметры, километры или футы с дюймами?! А вот почему! Ввод в расчет единиц измерения позволяет вести контроль размерностей и выявлять возможные ошибки при вводе формул. Забыл человек, например, возвести переменную в квадрат или по ошибке возвел ее в куб. Расчет без метров эту оплошность «проглотит». А если ввести размерные величины, то такая ошибка компьютером сразу будет замечена и исправлена [1].

При решении задачи о треугольнике, вписанном в окружность,

² В старых версиях Mathcad была возможность оперировать не конкретными единицами измерения (метрами, секундами, килограммами и т.д.), а физическими величинами (длинной, временем, массой и т.д.), что более логично для нашей задачи. Но это уже будет «коробить» инженеров, любящих конкретику в расчетах. Так что всем не угодишь. Кого-то, например, может даже «коробить» такое «чисто математическое» выражение $x + x^2$: нельзя складывать переменную и ее квадрат!

можно не искать готовые решения, а поступить так, как было описано в [2], – проанализировать задачу, вспомнить, например, что радиус, проведенный в точку касания, перпендикулярен стороне треугольника (см. ниже). В результате такого анализа нетрудно составить систему трех алгебраических уравнений, описывающих положение окружности в треугольнике, и решить ее на компьютере аналитически (символьно – см. рис. 3) или численно (приближенно – см. рис. 4). Раньше по понятным причинам нельзя было и помыслить о такой «лобовой атаке» на задачу – не было доступных компьютерных средств решения систем нелинейных алгебраических уравнений³. Теперь же – другое дело! Почти у каждого студента или школьника под рукой есть компьютер, в который несложно загрузить соответствующие программные средства решения такого рода задач!

Три алгебраических уравнения получаются, если исходный треугольник разбить на шесть прямоугольных треугольников (вернемся к рис. 1). В каждом из них одна из вершин упирается в центр окружности, а один из катетов является радиусом окружности. Гипотенузами этих прямоугольных треугольников будут отрезки прямых, соединяющих искомый центр окружности с вершинами треугольника. Наши уравнения, показанные на рис. 2 и 3, фиксируют тот факт, что длины сторон исходного треугольника – это суммы длин пар катетов смежных прямоугольных треугольников.

На рис. 3 показано использование в среде Mathcad аналитического (символьного) оператора solve при поиске формул для переменных r , x_r и y_r , подстановка которых в исходные уравнения превращает их строго в тождества. Mathcad решил поставленную задачу, но не смог выдать «на печать» очень объемный ответ – матрицу с двумя столбцами (два решения системы) и тремя строками (три формулы

³ Эти уравнения не алгебраические (состоящие из полиномов), а иррациональные [3]. Термин «алгебраический» тут означает, что это не дифференциальное уравнение.

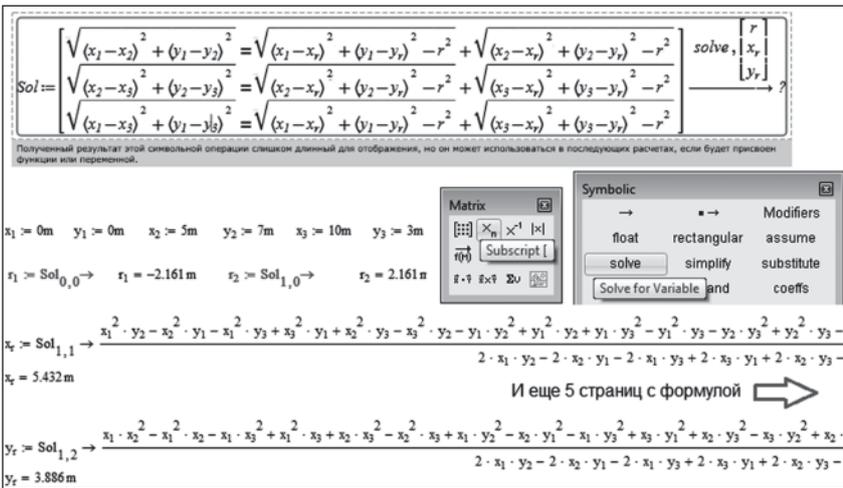


Рис. 3. Аналитическое решение задачи об окружности, вписанной в треугольник

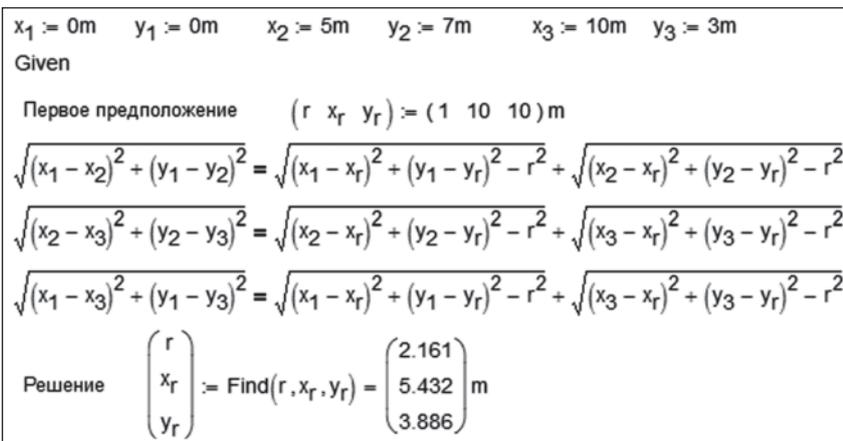


Рис. 4. Численное решение задачи об окружности, вписанной в треугольник

для трех неизвестных системы). Сообщение об этой ошибке «вывалилось» из «покрасневшего» оператора solve. Руководствуясь этим сообщением, мы вывели «на печать» отдельные элементы матрицы-ответа Sol, да и то только малые части формул для x_r и y_r . Формулу для r пакет Mathcad «на печать» выдать так и не смог. Эти формулы можно попытаться упростить, но они все равно останутся слишком объемными. Поэтому-то их и нет в справочниках или интернете. Но в принципе, несмотря на их очень большой размер, в настоящее время их можно поместить в интернет-справочники в виде, например, очень длинных текстов, но не для изучения в образовательных целях, а для копирования и вставки в компьютерные программы, где необходимо рассчитать положение вписанной в треугольник окружности по координатам вершин треугольника.

По трем формулам (двум видимым и одной невидимой – см. рис. 3) были подсчитаны значения искомых величин r , x_r и y_r при заданных ранее значениях координат вершин треугольника.

Если же нужно решить нашу задачу уже не на плоскости, а в объеме (найти параметры сферы, вписанной в тетраэдр, например), то аналитические подходы тут уже не сработают. В этом случае придется прибегать к численным методам решения задач. Проиллюстрируем их на уже нами решенной «плоской» задаче об окружности и треугольнике (см. рис. 4).

На рис. 4 показано численное решение нашей системы трех нелинейных уравнений. Для этого записываются исходные данные (координаты вершин треугольника), вводится ключевое слово Given (Дано), задаются значения первого предположения решения и записывается сама система уравнений.

Встроенная в Mathcad функция Find (Найти) начинает по особому численному алгоритму менять значения своих аргументов (неизвестных r , x_r и y_r) так, чтобы прийти в конце концов к решению – найти значения этих переменных, подстановка которых в исходные уравнения превращает их в тождества. Вернее, почти (примерно, приближенно) в тождества: правые и левые части уравнений должны по модулю отличаться друг от друга на наперед заданное число STOL. По умолчанию $STOL = 10^{-3}$, а единицы измерения при этом равны базовыми единицам СИ – метрам в нашем случае. То есть наша геометрическая задача решена с точностью до миллиметра (10^{-3} m). Если бы мы наш треугольник и окружность измеряли не метрами, а сантиметрами (что более естественно – вспомним, как мы вычерчивали геометрические фигуры в линованной тетрадке по математике), то ответ был бы слишком грубым. Тут нужно было бы менять значение системной переменной STOL на значение 10^{-7} , например.

А по какому алгоритму функция Find «толкает» значения неизвестных от начального предположения, заданного пользователем, к искомому решению?! Можно узнать название этого алгоритма (метода) через нажатие правой кнопки мыши на слове Find и поискать информацию по конкретному методу в том же интернете (рис. 5). А можно поступить несколько иначе – не так скучно.

Пакет Mathcad 15, в среде которого численно решалась задача (см. рис. 4), имеет очень полезную возможность записи промежуточных значений искомых величин при реализации тех или иных встроенных инструментов численного решения задач. В нашем случае можно вспомнить крылатую фразу и сказать: «Цель ничто – движение всё!» Нас особо не интересует цель — место «вписывания» окружности в треугольник (мы его уже нашли аналитически – см. рис. 3 и численно — см. рис. 4). Но нас интересует, как окружность туда «закатывается численно», т.е. ее движение.

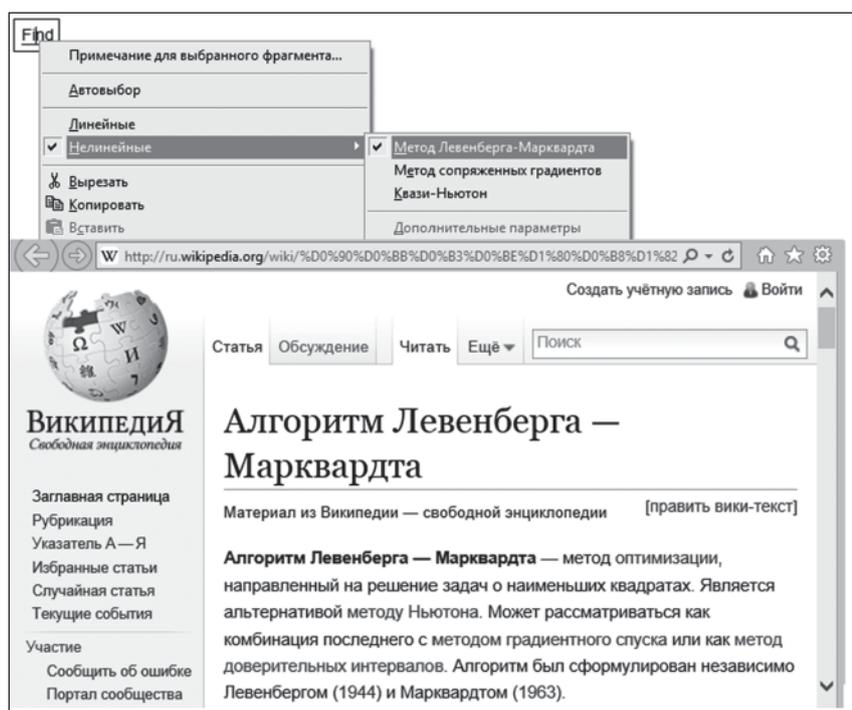


Рис. 5. Выбор метода решения системы уравнений в среде Mathcad 15 и справка в интернете

На рис. 6 показана траектория движения центра окружности от точки начального предположения ($x = 10 \text{ m}$, $y = 10 \text{ m}$) до «цели» – до решения ($x = 5.432 \text{ m}$, $y = 3.886 \text{ m}$). Мы специально задали пакету Mathcad довольно трудное задание – поместили точку начального предположения вне треугольника, чтобы посмотреть, как пакет «будет идти к цели»: «Много ты компьютер о себе воображаешь – посмотрим, проглотишь ли ты вот это!» А нужно было бы, конечно, задать значения первого предположения вблизи решения – где-то в центре исходного треугольника. Но, повторяем, «Цель ничто – движение всё!».

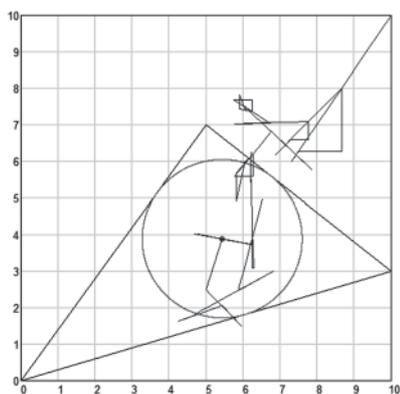


Рис. 6. Траектория движения центра окружности в треугольник

Но интересно посмотреть это движение окружности в **анимации**, инструменты создания которой есть в Mathcad 15 [4]. На рис. 7 показан начальный кадр этой анимации ($n = 0$): окружность (видна только ее дуга-четверть) с радиусом 1 m находится в точке $x = 10 \text{ m}$, $y = 10 \text{ m}$. Затем (первые 94 кадра анимации) окружность срывается с места и ударяется о ближайшую сторону треугольника (рис. 8), подскокивает и ударяется о треугольник снова и снова, как бы пытается пробить в нем дыру.

Но такой «лобовой таран» не удастся, и окружность начинает кататься по стороне треугольника,

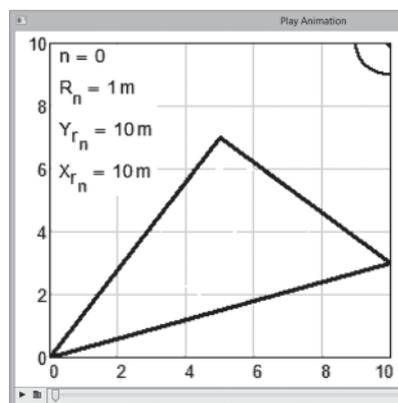


Рис. 7. Начальный кадр анимации движения окружности в треугольник

пытаясь как-то проникнуть в него (рис. 8). Эти попытки оказываются также безуспешными. Тогда наша «живая и настырная» окружность начинает уменьшаться в размерах почти до точки (рис. 9), находит некую «дырочку» в стороне треугольника и проникает внутрь его (рис. 10).

Затем окружность начинает «биться» внутри треугольника (рис. 11), меняя свое положение и радиус, пока не «успокоится» – не найдет в нем свое место: решение задачи (рис. 6 и 12).

Такое «живое» поведение окружности при «численном» ее вписывании в треугольник, отображенном на рис. 7–12, видно только при хорошем пространственном воображении. Но можно рисунки с кадрами анимации вырезать из журнала, сшить их в блокнот, быстро перелистывать его, перегнув и зажав пальцами страницы, а потом отпуская их. Такие книжки-игрушки с незамысловатыми сюжетами были очень популярны до изобретения кино и телевидения. Так примерно и поступает пакет Mathcad 15 при создании анимации, «сшивая в блокнот» отдельные кадры, а затем показывая их со скоростью, достаточной для анимирования. Анимация движения окружности в треугольник (рис. 7–12) опубликована на сайте PTC Community под номером 3972⁴.

⁴ Полный адрес этой анимации <http://communities.ptc.com/videos/3972>. PTC Community это форум, где пользователи Mathcad и других программ фирмы PTC задают вопросы и обмениваются информацией.

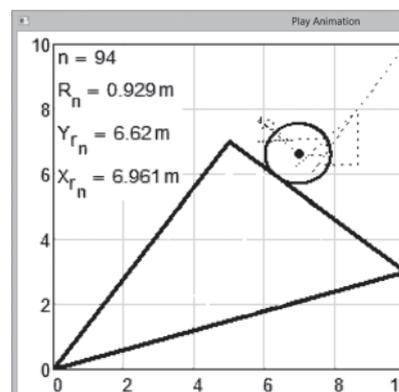


Рис. 8. 94-й кадр анимации движения окружности в треугольник

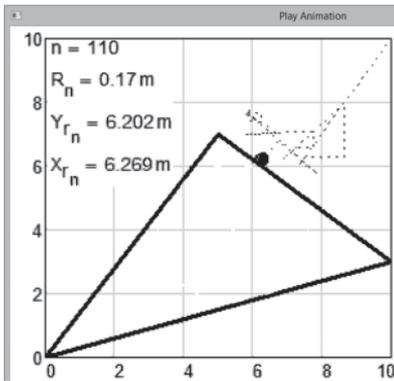


Рис. 9. 110-й кадр анимации движения окружности в треугольник

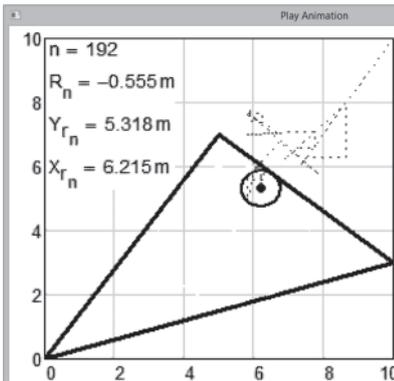


Рис. 10. 192-й кадр анимации движения окружности в треугольник

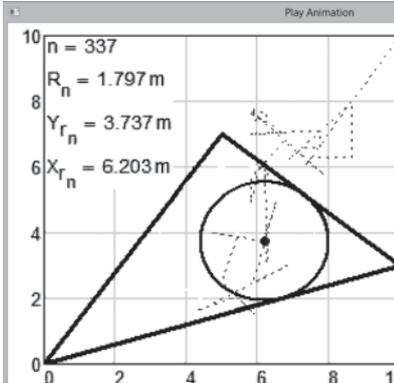


Рис. 11. 337-й кадр анимации движения окружности в треугольник

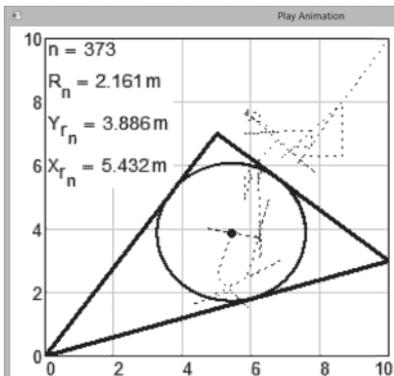


Рис. 12. Финальный кадр анимации движения окружности в треугольник

Как можно выводить промежуточные данные при запуске встроенных в Mathcad 15 инструментов численного решения задач?

Для этого в среде Mathcad есть три инструмента: встроенная функция trace, режим работы Toggle Debugging (Режим отладки) и окно Trace Window, куда заносятся промежуточные данные. Все они показаны на рис. 13.

Функция trace должна быть вставлена в одно из алгебраических уравнений (см. верхний левый угол на рис. 13). Аргументами функции trace будут поочередно: радиус окружности (как на рис. 13) и координаты центра, начальные, промежуточные и конечные значения которых будут автоматически заноситься в окно Trace Window (левый нижний угол рис. 13), если включен режим отладки (правая часть рис. 13). Эти массивы данных нужно будет скопировать, перенести в расчет, отобразить на графике и создать по ним анимацию движения окружности от точки первого предположения до конечной точки. При этом можно менять начальные размер и положение окружности, а также метод численного решения задачи и точность поиска корня алгебраического уравнения. Так можно «снимать довольно увлекательное кино», т.е. заниматься своего рода компьютерным изобразительным искусством [5], базирующимся на прикладной математике.

На сайте PTC Community можно увидеть анимацию (номер 5015) численного решения «обратной» задачи – задачи об окружности, описанной вокруг треугольника. Окружность срывается с места в центр треугольника почти к реше-

нию, а затем «в сомнениях» (опять живой организм!) начинает рыскать в нем, отыскивая окончательное решение.

Ну, а если особо не увлекаться «съемками кино с окружностью и треугольником в главных ролях», а решать задачу о вписывании окружности в треугольник традиционными методами, то нам понадобятся три теоремы («Нет ничего практичней хорошей теории!»):

Теорема 1. Все три биссектрисы треугольника пересекаются в одной точке.

Теорема 2. Центр вписанной в треугольник окружности лежит в точке пересечения биссектрис.

Теорема 3. Биссектриса угла треугольника делит противоположную сторону на отрезки, пропорциональные прилежащим сторонам.

Кстати, в предыдущих расчетах мы опирались еще на одну важнейшую теорему: радиус окружности, проведенный в точку касания, перпендикулярен касательной. Именно это и дало нам возможность нарисовать шесть прямоугольных треугольников и составить для них нелинейную систему алгебраических уравнений.

Итак, опираясь на три вышеперечисленные теоремы, наметим план решения поставленной задачи. Нам достаточно найти точку пересечения лишь двух каких-либо биссектрис (теорема 1). Для этого нам понадобятся уравнения этих биссектрис. Уравнение прямой (биссектрисы) получим, зная две точки, лежащие на этой прямой.

Мы исходим из того, что длины сторон исходного треугольника уже найдены. Обозначим a_{12} длину стороны A_1A_2 , a_{13} длину сторо-

Рис. 13. Инструменты вывода промежуточных результатов численного поиска решения

ны A_1A_3 и a_{23} длину стороны A_2A_3 (см. рис. 1). Пусть A_3B_3 – биссектриса угла A_3 , а точка B_3 лежит на стороне A_1A_2 . Аналогично A_2B_2 – биссектриса угла A_2 , а точка B_2 лежит на стороне A_1A_3 . Тогда (теорема 3) имеем соотношения

$$\frac{A_2B_3}{A_1B_3} = \frac{a_{23}}{a_{13}} \text{ и } \frac{A_3B_2}{A_1B_2} = \frac{a_{23}}{a_{12}}.$$

Если известны две точки плоскости $A(x_A, y_A)$, $B(x_B, y_B)$, то координаты точки $M(x_M, y_M)$, которая делит отрезок AB в отношении

$$\lambda = \frac{AM}{BM},$$

ищутся по формулам

$$x_M = \frac{x_A + \lambda \cdot x_B}{1 + \lambda}, y_M = \frac{y_A + \lambda \cdot y_B}{1 + \lambda}.$$

Используя указанные формулы, легко вычисляем координаты точек $B_3(x_{B3}, y_{B3})$ и $B_2(x_{B2}, y_{B2})$.

Уравнение прямой в общем случае имеет вид $Kx + Ly + P = 0$. Но поскольку в начале координат находится вершина A_1 , то искомые биссектрисы A_2B_2 и A_3B_3 через начало координат не проходят, а поэтому уравнение каждой биссектрисы будем искать в упрощенном виде $kx + ly + 1 = 0$. Искомые коэффициенты найдем из системы, полученной при подстановке в уравнение прямой координат двух точек, лежащих на этой прямой. Так, уравнение для биссектрисы A_2B_2 будет иметь вид $k_2x + l_2y + 1 = 0$, где

$$\begin{cases} k_2x_2 + l_2y_2 + 1 = 0 \\ k_2x_{B2} + l_2y_{B2} + 1 = 0 \end{cases}$$

а для биссектрисы A_3B_3 будет иметь вид $k_3x + l_3y + 1 = 0$, где

$$\begin{cases} k_3x_3 + l_3y_3 + 1 = 0 \\ k_3x_{B3} + l_3y_{B3} + 1 = 0 \end{cases}$$

Останется найти точку (x, y) пересечения этих биссектрис, поскольку (теорема 2) она и является центром окружности. Координаты (x, y) таким образом находятся из системы шести линейных уравнений

$$\begin{cases} k_2x_2 + l_2y_2 + 1 = 0 \\ k_2x_{B2} + l_2y_{B2} + 1 = 0 \\ k_3x_3 + l_3y_3 + 1 = 0 \\ k_3x_{B3} + l_3y_{B3} + 1 = 0 \\ k_2x + l_2y + 1 = 0 \\ k_3x + l_3y + 1 = 0 \end{cases}$$

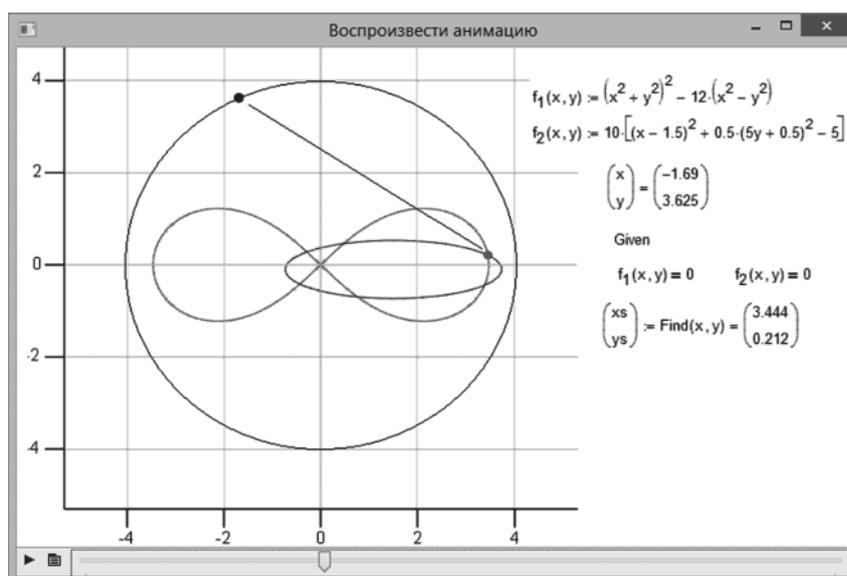


Рис. 14. Кадр анимации связи первого предположения с корнем системы уравнений

в которой числа x_2, x_3, y_2, y_3 известны по условию, а числа $x_{B2}, x_{B3}, y_{B2}, y_{B3}$ уже найдены. Можно сразу решить указанную систему. А можно решить последовательно три системы (из двух уравнений), на которые и распадается данная система. Заметим, что Mathcad справится с такой задачей очень легко. Но это потому, что всю тяжесть решения мы взвалили на свои плечи.

Ух! Вернемся лучше к «съемкам фильмов» с нелинейными уравнениями.

Система алгебраических уравнений, показанная на рис. 3 и 4, как мы уже отметили, имеет два решения: одно с положительным значением r и второе с таким же по модулю, но отрицательным значением r . На рис. 14 показан кадр еще одного «кинофильма» — решения системы двух алгебраических уравнений: уравнения эллипса и уравнения лемнискаты Бернулли, которая имеет уже не два, а шесть действительных корней. Вокруг этих двух замкнутых кривых и точек их пересечения (корни системы двух уравнений) в анимации вращается по окружности точка первого предположения. Другая точка (текущее решение системы уравнений – точка пересечения эллипса с лемнискатой) перескакивает с одного места на другое. Эта авторская анимация на сайте PTC Community

имеет номер 2418. Она показывает, как точка первого предположения влияет на решение системы – на выбор того или иного корня. Эта анимация акцентирует внимание на важности выбора начальной точки поиска решения.

Иногда вместо термина «**первое предположение**», очень важного при использовании численных методов решения задач, используют термин «**начальное приближение**». Это не совсем верно, что и доказывает анимация, показанная на рис. 14. Очень часто решение – это не точка, ближайшая к исходной, а совсем другая. А в ряде случаев – даже одна из самых дальних. Все зависит от системы уравнений и метода, примененного для ее численного решения. В статье [5], которая также описывает «пересечение» прикладной математики (а конкретнее, численных методов решения задач) с изобразительным искусством, области соответствия стартовой точки тому или иному корню системы двух нелинейных алгебраических уравнений были закрашены в разные цвета. Получилась картина, очень напоминающая одно из полотен Ван Гога.

Наблюдая в анимации движение окружности (рис. 1–13), мы видим, что она ведет себя как некий **живой организм**, забивающийся в свою «треугольную норку». Тут как раз в пору вспомнить, что некоторые

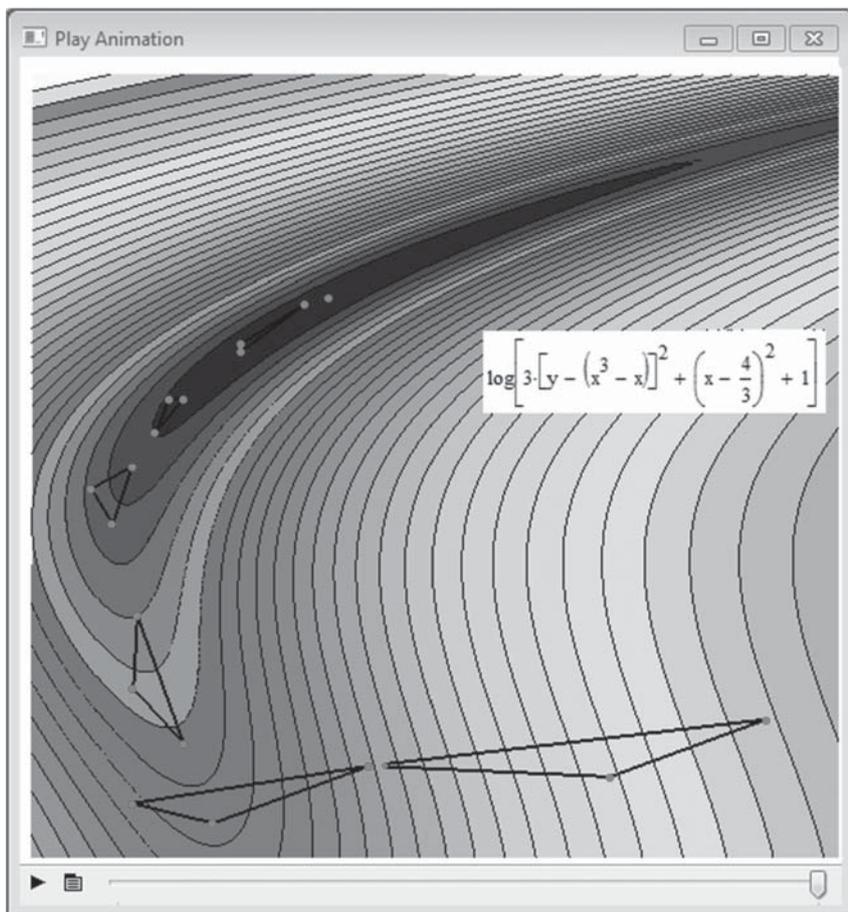


Рис. 15. Сползание треугольника в ложбину

ции, но эффективен: точка минимума находится быстро (за малое число ходов) и довольно точно. Если у анализируемой функции не две, а три переменные, то треугольник заменяется тетраэдром. Если переменных больше трех, то для реализации метода выбирается соответствующий многогранник.

Хитроумные сложные алгоритмы, подобные тому, какой «наследил» на рис. 15, создавались во времена тихоходных компьютеров для ускорения счета: одно дело найти минимум функции за час, а другое – за несколько минут. В настоящее время быстрдействие компьютеров существенно повысилось и стало возможным использовать и простые алгоритмы: нет большой разницы в том, считаем ли мы одну тысячную доли секунды или одну сотую доли секунды.

На рис. 16 показан след менее быстрого, но довольно простого в описании и реализации авторского

численные методы решения задач имеют «животные» названия. Так, один из методов поиска минимума функции называется «Амеба». Понять это название можно, решая математическую задачу, и видя, как уже не окружность, а треугольник может вести себя, словно **живое существо**, и переползает куда-то.

Кадры анимации «переползания» треугольника показаны на рис. 15 (анимация под номером 4984): футуристическая треугольная амеба, переваливаясь с боку на бок, ползет в ложбину (минимум функции двух аргументов), уменьшаясь при этом в размерах (сжимаясь), пока не найдет искомую точку, обреченную на рис. 15 линиями одного уровня.

Можно найти в интернете описание этого метода оптимизации (другие его названия – метод Нелдера – Мида, метод деформируемого многогранника, симплекс-метод) и понять его суть. Метод довольно сложен и в описании, и в реализа-

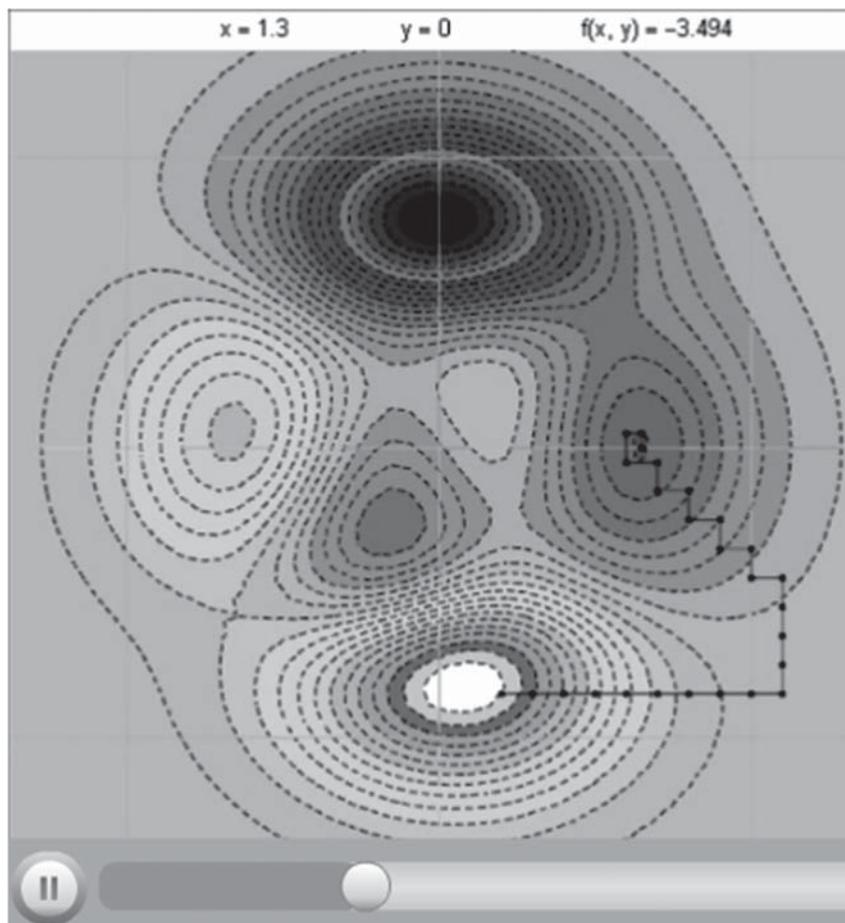


Рис. 16. Анимация метода «Два шага»

```

MinTwoStep(f, x, D) := ( L ← last(x) f_min ← f(x) j ← p ← n ← 0 M(0) ← x )
while D > CTOL
  p ← 1
  while p
    p ← 0
    for i ∈ ORIGIN..L
      for X ∈ -D, D
        ( x_i ← x_i + X F ← f(x) )
        ( p ← X j ← i f_min ← F ) if F < f_min
        x_i ← x_i - X
      ( x_j ← x_j + p n ← n + 1 M(n) ← x )
    D ← D / 2
  M

```

Рис. 17. Mathcad-программа «Два шага»

метода оптимизации, который условно можно назвать «Два шага» (номер анимации 1460).

Программа, еще раз подчеркиваем, довольно проста: больше времени ушло на поиск названия для нее, чем на ее создание. Можно было бы, конечно, тут применить стандартный метод градиентного спуска, при котором шаги делаются по направлению градиента (при поиске максимума) или минус градиента (при поиске минимума), но была поставлена цель написать самую простую в реализации программу, особо не думая о ее скорости. Программа была названа «**Два шага – Two step**». В начале XX в. был очень популярен такой бальный танец. Один персонаж кинофильма «Свадьба в Малиновке» называл его «В ту степь». Программа при поиске минимума делает два шага от очередной точки приближения (от «печки», если опять же вспомнить танцы) и переносит опорную точку туда, где значение оптимизируемой функции минимально. Эти два шага длиной X делаются по всем координатам (их число L) в отрицательном (-D) и положительном (D) направлениях. По мере приближения к минимуму шаги укорачиваются. Такие танцевальные па повторяются до тех пор, пока шаг не станет короче заданного значения погрешности $D < CTOL$ – рис. 17).

Программа «выводит» на печать не только финальную точку, а весь путь к этой точке (матрица M), который несложно отобразить на графике и анимировать (см. рис. 16).

В программе интересен не сам алгоритм, а след, оставляемый программой на плоскости X-Y («в степи») при оптимизации некоторой функции двух переменных (рис. 18 и 19).

Форма следа программы «Тустеп» позволила дать ей и другие названия. Считается, что чем больше у человека имен, тем больше у него небесных покровителей. Это, наверное, можно отнести и к программам (методам) решения задач.

Если наполнить ванну водой, бросить в нее, к примеру, перышко и выдернуть пробку, то перышко

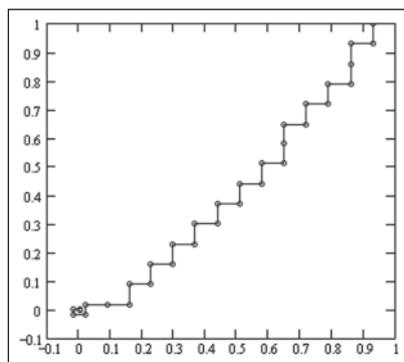


Рис. 18. Начальные шаги приближения к минимуму

сначала будет более-менее спокойно двигаться к сливному отверстию, а потом закрутится в водовороте. Примерно так, как показано на рис. 18 и 19: при начальных шагах приближения (рис. 18) промежуточные точки спокойно дрейфуют к минимуму, а затем «закручиваются в вихре танца» (рис. 19), который позволяет называть данный метод оптимизации не только «Тустеп», но и «Вальс». Но если быть совсем точным, то его следует именовать также и методом *наискорейшего спуска воды*. И вот почему.

Вода в ванне или в каком-либо ином сосуде с дыркой на дне всегда закручивается в одну сторону. Даже если воду раскрутить рукой в другом направлении, то, преодолев насилие, она вернет свою природную закрутку. Это связано с силой Кориолиса, которая, в свою очередь, зависит от вращения Земли вокруг своей оси. В северном полушарии вода закручивается по часовой стрелке, в южном – против, на экваторе – сливается без вихрей (а на полюсах – совсем не течет: замерзает – шутка!). Это явление основательно изучалось в alma mater авторов статьи (в Московском энергетическом институте) применительно к барабанным паровым котлам. Дело в том, что вода из барабана котла, поступая в опускные трубы, а затем в подъемные трубы, расположенные в топке котла, может закручиваться и захватывать вследствие этого большие порции водяного пара. Это ухудшает теплообмен и приводит к авариям – разрывам паровых труб от перегрева. Подробнее об этом здесь: <http://twt.mpei.ru/ochkov/KotelVikhr.html>.

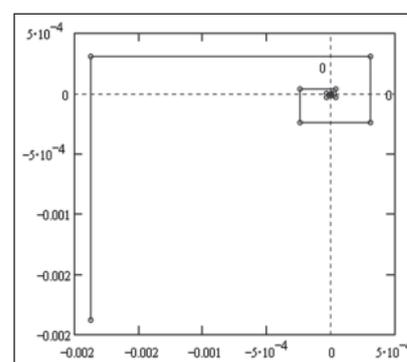


Рис. 19. Конечные шаги приближения к минимуму

Для проверки этой гипотезы авторы переслали по интернету файл с программой оптимизации коллеге в Австралию (чем черт не шутит) и к полному своему удивлению, переходящему в удовлетворение, узнали, что след поиска минимума в южном полушарии закручивается против часовой стрелки. «Австралийский» след оптимизации из-за экономии места здесь не приводится. Но его можно увидеть, посмотрев на рис. 18 и 19 через зеркало.

Причина иной закрутки следа поиска минимума южнее экватора, конечно, не в воде, хотя сила Кориолиса здесь присутствует: при пересылке файла в Австралию в код программы (рис. 17) вкралось маленькое изменение. Вместо строки `for X ∈ -D, D` появилась другая – `for X ∈ D, -D`. На поиск минимума это не повлияло (перебор координат оптимизируемой функции ведется всего лишь с другого конца), но тем не менее след стал закручиваться по-иному. А виной тому все та же сила Кориолиса, заставляющая жесткие диски серверов и маршрутизаторов в южном полушарии Земли вращаться несколько иначе, чем в северном полушарии. Отсюда и незначительные сбои при

пересечении файлами экватора. Их выловить довольно трудно, так как при контрольной обратной пересылке файла ошибка исправляется по принципу минус на минус дает плюс. (Продолжение темы закрутки следа поиска минимума – <http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/SI>.)

Выводы

Современные программные средства позволяют легко и быстро анимировать численные методы решения математических задач. Такая анимация позволяет лучше понимать эти методы, особенности и ограничения при их применении для решения прикладных задач на компьютере. Кроме того, такая анимация позволит оживить, сделать более интересными занятия по изучению данных методов на семинарах и уроках информатики и прикладной математики.

Авторы не устают повторять своим студентам, что от учебы нужно стараться в первую очередь получать не знания и навыки, а... удовольствие. Учеба – это работа, очень трудная работа, а без удовольствия, без любви к труду даже необременительная, престижная и

высокооплачиваемая работа может превратиться в каторгу. Удовольствие же немислимо без шутки (см. последнее ключевое слово статьи), без легкого и ироничного отношения к самым серьезным вещам. А что может быть «серьезнее» математики? Наша средняя школа со своей зубрежкой ответов для ЕГЭ напрочь отбивает у многих школьников тягу к получению знаний, к «получению удовольствия от процесса получения знаний». Эту статью можно рассматривать, как попытку вернуть учащимся интерес к этой самой главной человеческой способности – к получению знаний. Многие студенты тянутся к компьютеру, но будущая их инженерная специальность – это не всегда компьютерные технологии (IT), а, например, теплотехника [8]. Авторы надеются, что данная статья поможет этим студентам хотя бы через компьютер и интернет возродить в себе способность к получению удовольствия от учебы в техническом вузе, основой которой является математика. Недаром Иммануил Кант говаривал, что «в каждой естественной науке заключено столько истины, сколько в ней есть математики».

Литература

1. *Очков В.Ф.* Физические и экономические величины в Mathcad и Maple. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 192 с. – (Серия «Диалог с компьютером»). – Доступно на: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Units/Forword_book.htm
2. *Очков В.Ф.* Преподавание математики и математические пакеты // Открытое образование. – 2013. – № 2. – С. 23–34. – Доступно на: <http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/OchkovMath.pdf>
3. *Богомолова Е.П., Очков В.Ф.* Решатели, или Великолепная семерка Mathcad. Доступно на: <http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Solvers-OE.pdf>
4. *Очков В.Ф.* Живые кинематические схемы в Mathcad // Открытое образование. – 2013. – № 3. – С. 27–33. – Доступно на: <http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/kinematic.html>
5. *Очков В.Ф.* Решение алгебраических уравнений и систем, или Ван Гог в среде Mathcad // КомпьютерПресс. – 2001. – № 9. – Доступно на: <http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Carpet/index.htm>
6. *Очков В.Ф.* Программирование и сила Кориолиса, или Необычайное приключение файла в Интернете // КомпьютерТерра. – 1997. – № 13. – Доступно на: <http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Koriolis.htm>
7. *Яворский Б.М., Детлаф А.А.* Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. – М.: Наука, 1977.
8. Теплотехнические этюды с Excel, Mathcad и Интернет / под общ. ред. В.Ф. Очкова. – Изд. 2-е, испр. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 336 с. – Доступно на: <http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/TTMI>

Процесс аутентификации с применением графических паролей

В статье авторы рассматривают применение графических паролей при аутентификации. Главным преимуществом такой аутентификации является удобство для пользователей. Однако при многократном наблюдении сеанса входа в систему злоумышленник может понять пароль. Чтобы избежать этого недостатка, авторы рекомендуют использовать динамические графические пароли. На примерах трех динамических графических аутентификаций в статье показано, как, оставаясь удобным для пользователя, графический пароль может быть устойчивым.

Ключевые слова: авторизация, аутентификация, графический пароль, динамические графические пароли, злоумышленник, информационная система, пользователь.

THE AUTHENTICATION PROCESS USING GRAPHICAL PASSWORDS

In this article the authors review the using of graphical passwords for authentication. The main advantage of this authentication is the users friendly approach. However, with multiple browsing of the logon session, the attacker can see and understand the password. To avoid this drawback, the authors recommend to use dynamic graphical passwords. On three examples of dynamic graphical authentication article demonstrates how with user-friendly, graphical password can be stable.

Keywords: attacker, authentication, authorization, dynamic graphical passwords, graphical password, information system, user.

Введение

Аутентификация является одним из первых барьеров, появившихся в информационных системах и реализующих множественный доступ к информационным ресурсам. Более 20 лет именно она стоит на первом рубеже контроля. Очевидно, что среди основных достоинств этой методики защиты – её привычность и простота.

Однако 80% инцидентов в сфере информационной безопасности случаются вследствие использования слабых паролей – к такому выводу пришла компания Trustwave по результатам собственного исследования (2011 год), охватившего ряд компаний в 18 регионах мира. Аналитики посвятили исследование уязвимости элементов в системах информационной безопасности, в процессе которого изучили более 300 инцидентов. Главное заключение, сделанное в итоге: сла-

бые пароли пользователей в информационных системах – наиболее уязвимое место, используемое злоумышленниками, как в крупных, так и в небольших компаниях.

Слабый пароль – это плохо, но обратная сторона применения сложных паролей – трудность удержания в памяти человека. Как следствие – небрежность их хранения в виде рабочих записей, а значит, злоумышленнику не составит особого труда получить эти сведения. Для создания пароля обычно ставится множество ограничений: определенное количество и состав символов, невозможность (нежелательность) использования дат, слов, которые можно найти в словаре.

Решения проблемы видится в многофакторной аутентификации. Но в связи с её дороговизной и необходимостью использования дополнительных аппаратных средств компании не всегда стремятся использовать данный вид защиты.

Однако хоть человеку и тяжело запомнить сложный буквенно-цифровой пароль, зрительная память на изображения работает куда лучше. Поэтому возможно применение графических паролей, самостоятельно или вместо обычных паролей в двухфакторной аутентификации.

Графический пароль – метод аутентификации, когда для доступа в систему пользователю необходимо выполнить некоторые операции над изображениями, например выбрать один или несколько заранее определенных объектов. Графические данные обеспечивают большие возможности для уникальности выбора пароля. Таким образом, графические схемы паролей дают возможность сделать пароли более понятными человеку при одновременном повышении уровня безопасности.

Применение графических паролей в настоящее время распростра-



Сергей Николаевич Давыдов,
 математик 1 категории
 Тел.: (499) 262-86-55
 Эл. почта: davidovsn@gvc.rzd
 ГВЦ ОАО «РЖД»
<http://rzd.ru/>

Sergei N. Davydov
 Mathematician 1 category
 Tel.: (499) 262-86-55
 E-mail: davidovsn@gvc.rzd
 MCC JSC «Russian Railways»
<http://www.rzd.ru/>

нено большей частью в мобильных и портативных устройствах с сенсорными экранами и ограничивается статическими паролями. Примеры такой аутентификации мы можем видеть на устройствах с операционными системами Android, IOS и Windows (рис. 1).

Самый большой недостаток «обычных» статических графических паролей – проблема подглядывания через плечо. Хотя графические пароли трудно угадать, человек, который наблюдал несколько сеансов входа в систему, может в зависимости от схемы, в конце концов, понять пароль. Однако этого недостатка можно избежать, используя динамические графические пароли.

Суть метода динамических графических паролей заключается в том, что пользователю известен определенный алгоритм и, зная его и свои парольные изображения, он может определить пароль для текущей сессии. Плюсы очевидны: запомнить алгоритм и сами изображения пользователю легче, чем запомнить сложный буквенно-цифровой пароль, который к тому же приходится периодически менять.

При этом даже если процесс аутентификации смогут наблюдать посторонние люди, это не понизит безопасность процесса. Каждый раз пользователь будет выбирать различные изображения (вводить различные данные), что не позволит злоумышленнику увидеть сами парольные изображения.

Плюсом также является то, что вариантов аутентификации можно предложить множество. Их количество ограничено лишь фантазией разработчика и сложностью реализации. Для лучшего понимания рассмотрим примеры динамической графической аутентификации.

Пример 1. «Пересекающиеся прямые»

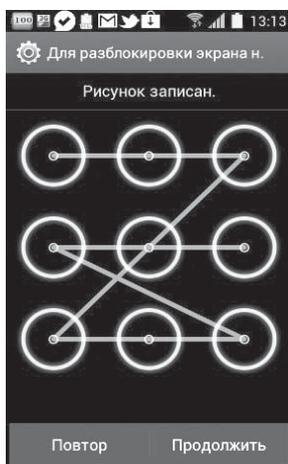
Для данного способа будут использоваться две картинки. На экране для ввода пароля в произвольном порядке разбросаны изображения. Правильный пароль – те из них, что находятся на пересечении прямых, выходящих из парольных изображений. Если правильные изображения находятся на одной прямой, то пароль – сами эти изображения. Алгоритм данного типа аутентификации представлен на рис. 2, пример – на рис. 3.

Для уменьшения вероятности случайного подбора пароля его ввод необходимо произвести 3 раза. Авторизация считается успешной, если пользователь не допустил ни одной ошибки.

Вероятность пройти авторизацию, угадав пароль:

$$P_g = \left(\frac{1}{n} * \frac{1}{n-1} \right)^k,$$

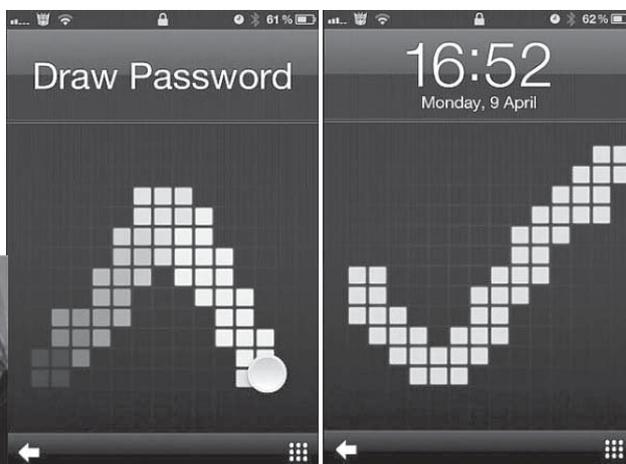
где n – количество парольных изображений, k – количество раз, которое необходимо ввести пароль. Увеличивая n и k , можно повысить безопасность системы.



a) Android



b) Windows



c) IOS (iPhone)

Рис. 1. Графические пароли в разных ОС



Михаил Яковлевич Клепцов,
 д.т.н., профессор
 Тел.: (916) 016-37-80
 Эл. почта: mkleptsov@mail.ru
 МГУПС (МИИТ)
<http://miit.ru/>

Michael Ya. Kleptsov,
 Doctor of Science, Professor
 Tel.: (916)016-37-80
 E-mail: mkleptsov@mail.ru
 Moscow State University of Railway
 Engineering (MIIT)
<http://www.miit.ru/>

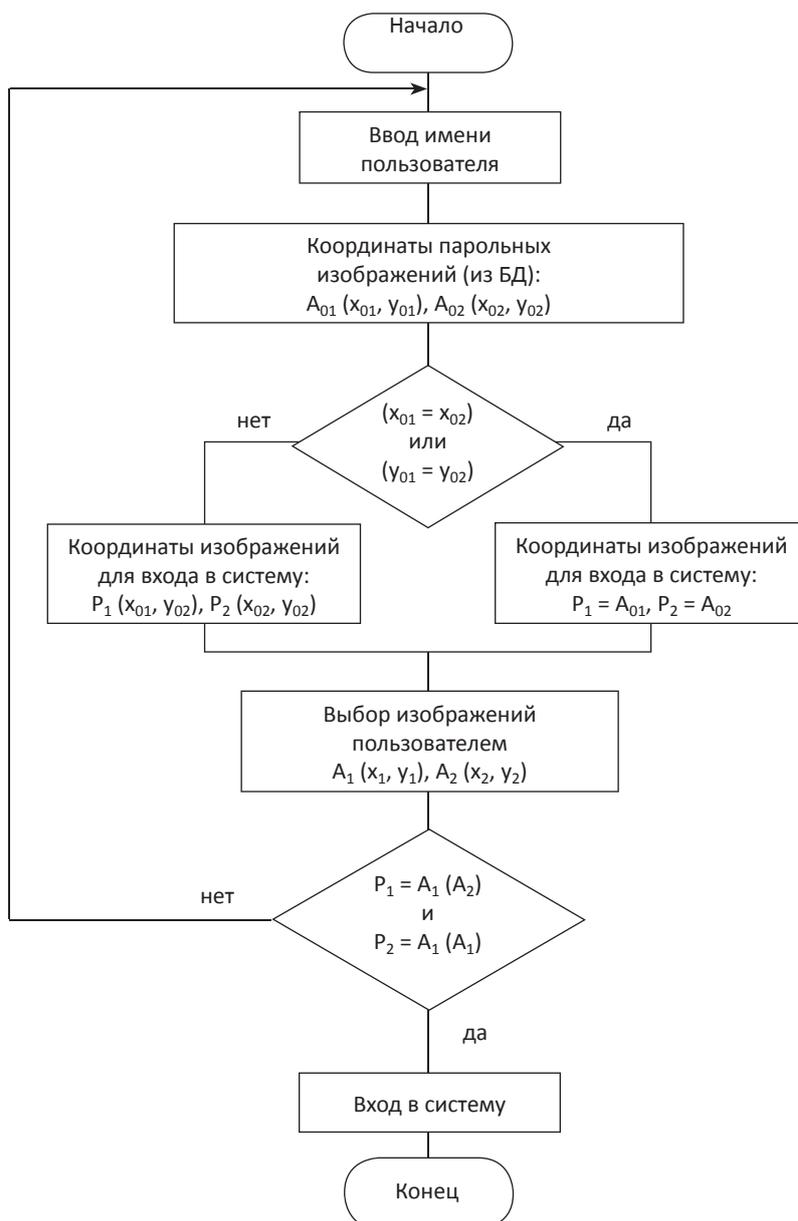


Рис. 2. Схема аутентификации методом «пересекающихся прямых»

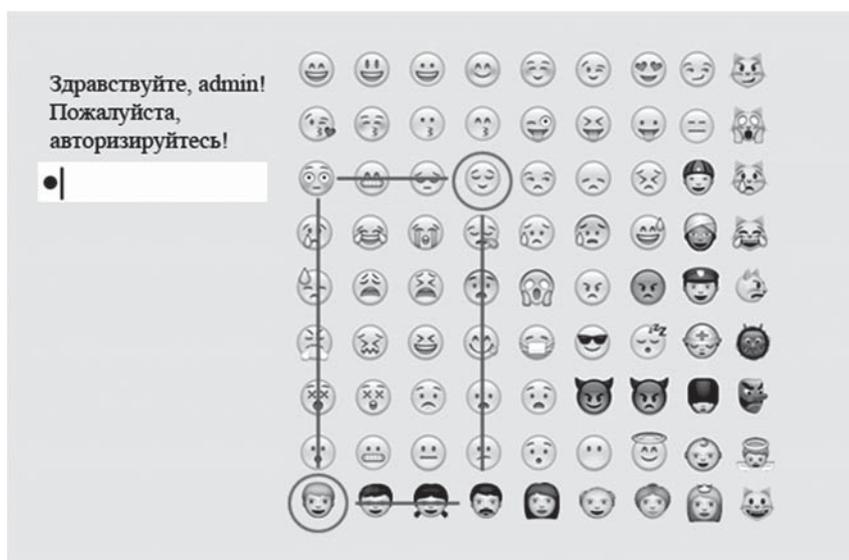


Рис. 3. Метод «пересекающиеся прямые»

В данном случае $n = 81$ и $k = 3$, следовательно, вероятность угадать пароль:

$$P_g = \left(\frac{1}{81} * \frac{1}{80} \right)^3 \cong 3,675 * 10^{-12},$$

или $3,675 * 10^{-10}\%$.

Изначально злоумышленник даже не знает, сколько парольных изображений необходимо ввести для авторизации. Конечно, если он сможет длительное время наблюдать за монитором пользователя, есть вероятность угадать такой довольно-таки простой алгоритм.

Но надо понимать, что, используя те же идеи, можно добиться более сложных путей, объясняющих пользователю, куда кликать: за счет



Лариса Владимировна Любимова,
 ведущий инженер
 Тел.: (916)128-23-98
 Эл. почта: lv.lyubimova@gmail.com
 ОАО «НИИАС»
 http://www.vniias.ru/

Larisa V. Lyubimova,
 Lead engineer
 Тел.: (916)128-23-98
 E-mail: lv.lyubimova@gmail.com
 JSC «NIAS»
 http://www.vniias.ru/

увеличения числа парольных изображений, схемы аутентификации или количества изображений, которые отображаются одновременно. Или же можно вообще избежать ситуации, при которой пользователю необходимо нажимать на изображения вовсе. Один из возможных вариантов рассмотрен во втором примере.

Пример 2. «Количество клеток»

На экране для ввода пароля в произвольном порядке разбросаны картинки. Суть метода заключается в том, что пользователь должен мысленно посчитать кратчайший путь между тремя парольными изображениями и ввести полученное число в форму. Алгоритм данного метода показан на рис. 4, пример – на рис. 5. Считать «клетки» необходимо по часовой стрелке (вверх – вправо – вниз – влево).

Для уменьшения вероятности случайного подбора пароля его ввод необходимо произвести 3 раза. Авторизация считается успешной, если пользователь не допустил ни одной ошибки.

Плюсы данного метода заключаются в том, что пользователю не нужно нажимать на изображения, а полученный результат всегда разный, так как картинки располагаются в произвольном порядке.

Предположим, что злоумышленник знает метод аутентификации. Тогда рассчитаем возможность угадать правильный пароль (число). Пусть n – количество пароль-



Рис. 4. Схема аутентификации методом «количество клеток»

ных изображений по вертикали, k – по горизонтали. В нашем случае $n = k = 9$. Тогда минимальное число, которое может быть введено, $t_1 = 3$, максимальное $t_2 = 2 * n + (k - 2) - 1 \equiv 3 * n - 3 = 3 * (n - 1)$. При $n = 9$, $t_2 = 24$. Тогда

$$P_g = \frac{1}{t_2 - t_1} = \frac{1}{24 - 3} \cong 0,047619$$

Для успешного входа пароль необходимо ввести три раза, поэтому суммарная вероятность $P_{gf} = P_g^3 = 0,000108$, или $1,08 * 10^{-20}\%$.

Данная вероятность, конечно, выше, чем в первом способе, но и получить данные о методе аутентификации, наблюдая за пользователем, злоумышленник не может. А при увеличении количества изображений, например, до 121 ($n = 11$), вероятность угадать пароль будет $3,704 * 10^{-30}\%$.

Конечно, можно применять и совсем «специфические методы». Особенно если это позволяет уровень подготовки пользователей.

Пример 3. «Модуль координат»

Данный способ будет сложен для пользователей, и вряд ли его

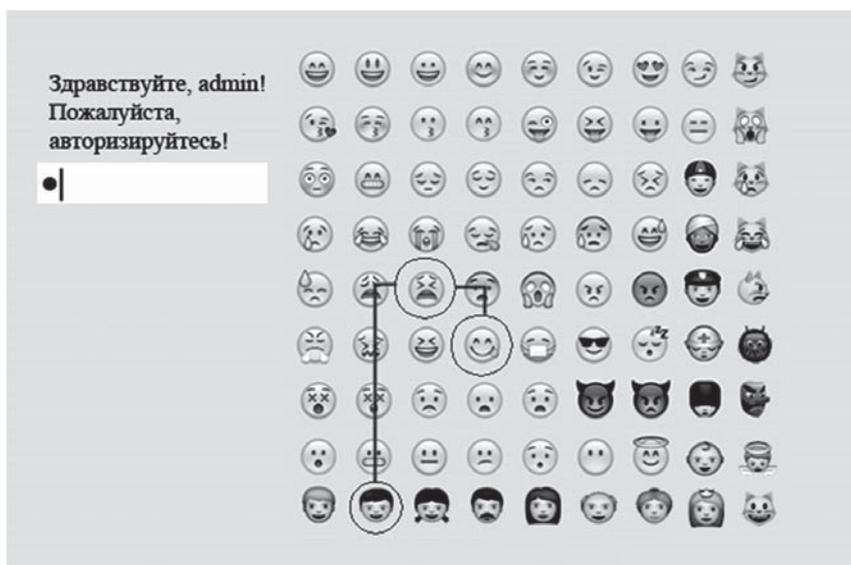


Рис. 5. Метод «количество клеток»

рационально использовать в реальной системе. Есть множество изображений, из которых три парольные. Пользователь должен мысленно наложить на картинку оси координат и сложив по модулю n (n – размерность системы) координаты парольных изображений вычислить текущий пароль. Алгоритм данного метода показан на рис. 6, пример – на рис. 7.

Красными кружками выделены парольные изображения пользователя. Их координаты соответственно: (0; 2), (7; 5) и (8; 5). Тогда координаты изображения для аутентификации:

$$X = (0 + 7 + 8) \bmod 9 = 6,$$

$$Y = (2 + 5 + 5) \bmod 9 = 3.$$



Рис. 6. Схема аутентификации методом «модуль координат»

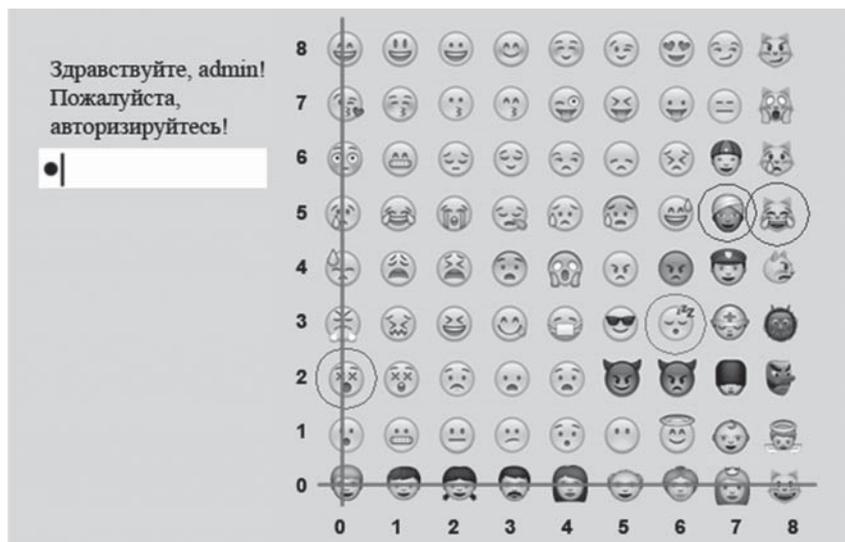


Рис. 7. Метод «модуль координат»

Изображение для аутентификации выделено зелёным кружком. Вероятность угадать данный пароль:

$$P_g = \frac{1}{n^2} = \frac{1}{81} = 0,01234,$$

или 1,2%. При трёхкратном повторении ввода пароля: $1,88 * 10^{-4}\%$, а если при этом $n = 11$, то $5,64 * 10^{-50}\%$. Но если злоумышленнику неизвестен метод аутентификации, то он даже не знает, сколько изображений необходимо выбирать для входа в систему.

Заключение

Тот факт, что количество способов графической аутентификации велико, исключает возможность составления словарей подбора – ведь и сами парольные изображения можно использовать различные даже для одного метода. Вопросы же аудита, передачи парольного хэша по сети ничем не отличаются от реализации при работе с обычными буквенно-цифровыми паролями.

Главные вопросы и проблемы динамической графической аутентификации лежат в организационной сфере. Кроме того, что пользователю необходимо объяснить необходимость использования такого типа паролей,

ему нужно объяснить применяемый метод. И сделать это нужно не по сети (потому что сообщение может быть перехвачено, пользователь может оставить описание метода на компьютере, в конце концов, просто не понять схему аутентификации).

Решить данную проблему можно, например, выдавая схему аутентификации «на руки». Так, как выдаются банковские карточки с пин-кодом. Это не подойдёт для интернет-ресурсов, зато вполне реализуемо в рамках предприятия (или в случаях интернет-банкинга, мобильных личных кабинетов).

Графические пароли – это попытка разработать нововведение в безопасности, принимая во внимание особенности восприятия людей. Они могут стать перспективной альтернативой обычным буквенно-цифровым паролям. Развивая математический аппарат и решая организационные вопросы, можно добиться использования предложенных методов для обеспечения надёжной и удобной пользователю системы аутентификации, как на мобильных и планшетных устройствах, так и на обычных персональных компьютерах.

Литература

1. Афанасьев А.А., Веденьев Л.Т., Воронцов А.А. и др. Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам / А.А. Афанасьев, Л.Т. Веденьев, А.А. Воронцов, Э.Р. Газизова, А.Л. Додохов, А.В. Крячков, О.Ю. Полянская, А.Г. Сабанов, М.А. Скида, С.Н. Халяпин, А.А. Шелупанов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 550 с.
2. Бондарь Д. Как построить эффективную систему управления доступом [Электронный ресурс] // Jet Info. – 2014. – № 3, апрель. – Режим доступа: http://www.jetinfo.ru/jetinfo_arhiv/entsiklopediya-idm/kak-postroit-effektivnyuyu-sistemu-upravleniya-dostupom/2014

Использование шаблонов в виде регулярных выражений в тренировочных и контрольных тестовых вопросах с открытым ответом

Рассматриваются проблемы при автоматизированном тестировании студентов с помощью вопросов в открытой форме, которым соответствует большое количество правильных ответов. Предлагается использовать регулярные выражения, задающие шаблоны ответов. Рассмотрена проблема автоматической выдачи подсказок при прохождении тренировочных тестов. Предлагается использовать генерацию строк, продолжающих частичное совпадение в ответе студента. Это позволяет выдавать подсказки следующего символа или лексемы. Описывается решение, реализованное в виде модуля типа вопроса к популярной системе дистанционного обучения Moodle.

Ключевые слова: электронное обучение, автоматизированное тестирование, регулярные выражения.

USE OF REGULAR EXPRESSIONS AS TEMPLATES IN FORMATIVE AND SUMMATIVE OPEN ANSWER QUESTIONS

The article describes problems in automated students testing using open-form questions with substantial amount of correct answers. Authors propose using of regular expressions as correct answer patterns. The problem of automatic hint generation during training tests is examined as well. To resolve this problem authors propose a matching string generation method, extending partial match from learner's attempt. It is possible to give next correct character and next correct lexeme hints. The paper describes a solution in the form of a question type plugin for the popular e-learning system Moodle.

Keywords: e-learning, automated testing, regular expressions.

Введение

В настоящее время в учебных заведениях многих стран для проверки знаний студентов применяется автоматизированное тестирование с использованием ЭВМ. Одной из наиболее популярных систем дистанционного образования, использующихся для этого, является Moodle [1]. Она используется, наряду с другими российскими вузами, и в ВолгГТУ [2, 3]. В тестах нередко выгодно использовать вопросы с открытым ответом, предлагающие студенту ввести ответ в виде строки. Такие вопросы заставляют студентов думать над заданием тщательнее, чем вопросы с вариантами ответов, способствующие угадыванию. При этом зада-

вать правильные ответы (со стороны преподавателя) в виде перечня строк оказывается недостаточным: зачастую ответ должен допускать синонимы или учитывать множество подряд идущих пробелов как один. В большинстве случаев множество правильных ответов, которое само по себе может оказаться слишком велико для перечисления, удовлетворяет достаточно строгим законам, позволяющим описать его с помощью шаблона. Стандартным инструментом для задания шаблонов совпадения со строками являются регулярные выражения [4].

При обучении языкам значительное время уделяется тренировке составления корректных предложений на них. В языках программирования это могут быть стан-

дартные конструкции – объявление переменных, проверки условий, циклы и т.д. При применении естественных языков такие вопросы могут задаваться как при изучении самого языка, так и для изучения на нем какого-либо предмета.

Когда студент занимается самостоятельной подготовкой и не имеет возможности спросить преподавателя, он может попасть в тупик и потерять время до встречи с преподавателем. Избежать этого ему может помочь автоматически сгенерированная подсказка. Применение автоматических подсказок во время самоподготовки позволяет студентам эффективнее готовиться в любое удобное для них время и меньше зависеть от преподавателя. У преподавателя, в свою очередь,



Олег Александрович Сычев,
к.т.н., доцент кафедры
программного обеспечения
автоматизированных систем
Тел.: (905) 434-53-45
Эл. почта: oasychev@gmail.com
Волгоградский государственный
технический университет
<http://www.vstu.ru>

Oleg A. Sychev,
Candidate of Engineering Science,
Associate Professor, the Automated
Systems Software Department
Tel.: (905) 434-53-45
E-mail: oasychev@gmail.com
Volgograd State Technical University
<http://www.vstu.ru/en>



Валерий Олегович Стрельцов,
магистрант кафедры
программного обеспечения
автоматизированных систем
Тел.: (960) 872-09-59
Эл. почта: vostreltsov@gmail.com
Волгоградский государственный
технический университет
<http://www.vstu.ru>

Valeriy O. Streltsov,
graduate student the Automated Systems
Software Department
Tel.: (960) 872-09-59
E-mail: vostreltsov@gmail.com
Volgograd State Technical University
<http://www.vstu.ru/en>

освобождается время для решения более сложных задач вместо рутинной проверки работ студентов.

Целью данной работы была реализация шаблонных ответов на открытые вопросы при автоматизированном тестировании в СДО Moodle и автоматической генерации подсказок для частично правильных ответов на основе регулярных выражений.

1. Использование регулярных выражений для оценки текстовых ответов

Рассмотрим несколько типовых случаев применения регулярных выражений при оценке ответов на тестовые вопросы в виде строки текста.

Чаще всего бывает желательно обеспечить возможность записи неограниченного числа пробелов между словами, т.е. настроить вопрос таким образом, чтобы наличие лишнего пробела не считалось ошибкой (как это бывает при прямом сопоставлении строк). Это важно для ответов как на естественном, так и на многих формальных (языки программирования, математические формулы) языках. Для этого вместо пробелов используется запись «\s*» или «\s+». Здесь «\s» – это специальное обозначение любого пробельного символа (пробела, табуляции и т.д.). Можно также задать шаблон для цифры («\d»), алфавитно-цифрового символа («\w») и т.д. Символ, следующий после него, обозначает возможное количество повторений (квантификацию): «*» означает любое количество повторений (включая ни одного) и применяется для случаев, когда пробелы могут стоять, но не обязательны, а «+» означает одно или более повторений и применяется в случае, когда наличие хотя бы одного пробела необходимо. Например, регулярное выражение «\w+\s+\w+» совпадет с любыми двумя «словами» (непрерывными последовательностями букв и/или цифр), разделенными одним или более пробелами. Можно также задавать символы через отрицание: «\S» означает любой не-пробельный символ, «\D» означает не-

цифру и «\W» означает не-цифру и не-букву. Если в каком-либо месте может быть вообще любой символ, то для его обозначения используется точка («.»).

Шаблон для одного символа можно также задать через синтаксис квадратных скобок (символьный класс). Например, «[абвгд!?!123]» совпадает с любым из перечисленных в квадратных скобках символов. Подряд идущие символы можно записать еще короче через диапазон: «[а-я]»; диапазоны свободно комбинируются с одиночными символами. Пример из английского языка: назвать животное, чье имя состоит из трех букв, вторая из которых «а». Регулярному выражению «[bcr]at» будут соответствовать «bat», «cat» и «gat». Можно также перечислять все недопустимые в данном месте символы (если это легче), помещая знак «^» после открывающей скобки: «[^а-д1-3!?!]» означает любой символ, кроме тех букв от «а» до «д», цифр от 1 до 3, а также восклицательного и вопросительного знаков.

При составлении регулярных выражений для вопросов на естественных языках (и не только) полезными элементами бывают простые утверждения. Они не совпадают с символами, а проверяют определенные условия и могут прерывать совпадение, если условие неверно.

Простое условие «^» (написанное вне квадратных скобок) совпадает в самом начале строки. Например, регулярное выражение «[а-я]+» найдет совпадение в строке «5 лет» со словом «лет». Однако регулярное выражение «^[а-я]+» его не найдет, поскольку оно обязательно будет начинаться с первого символа строки (ответа обучаемого), а там цифра.

Противоположным простым утверждением является «\$», которое означает конец строки. Регулярное выражение «[а-я]+\$» совпадет только с таким словом, которое является концом строки. Если вы хотите, чтобы конкретное регулярное выражение совпадало целиком с ответом студента (а не с его частью), то его следует взять в скобки, перед скобками поставить «^»,

а после них – «\$» (если вам нужно это для всех регулярных выражений в вопросе, то вы можете также воспользоваться специальной настройкой – см. ниже).

Оставшиеся два простых утверждения – это «\b» и его отрицание «\B». Они обозначают границу и отсутствие границы слова соответственно. Границей слова считается место между алфавитно-цифровым символом и символом, не являющимся буквой или цифрой (границей слова также будет наличие буквы или цифры в начале или конце строки). Например, регулярное выражение «\bbeда\b» будет искать совпадение со словом «беда» (а не просто последовательностью букв), поэтому оно найдет совпадение в строке «не беда», но не найдет его в строке «победа». Наоборот, выражение «\Bбеда» найдет совпадение в строке «победа» но проигнорирует слово «беда».

Если необходимо повторить через «*» или «+» последовательность длиннее одного символа, то необходимо использовать круглые скобки для указания ее границ. Например, «((^\s+)[A-Я][a-я]+)» совпадает с любым количеством русских «слов», написанных с большой буквы и разделенных любым числом пробелов (начинаться она может с начала строки или с любого пробела в ней). К знакам повторения относится также «?», означающий ноль или один вариант. Любое количество повторений можно записать, используя фигурные скобки, например «{3,5}» – от 3 до 5 раз, «{3,}» – не менее трех раз, «{3}» – ровно три раза.

Другой часто используемый случай – возможность записи альтернативных вариантов, которая делается через вертикальную черту. Например, выражение «резвый|быстрый|оживленный» совпадает с одним из этих трех синонимов. Одним из вариантов может быть пустая альтернатива: «(способный\s+)студент» совпадает со строками «способный студент» и «студент».

Использование регулярных выражений позволяет резко сократить запись всех вариантов возможных ответов в случае, если в ответе

встречается более одного альтернативного участка, так как количество правильных ответов, которые надо вводить строками, растет мультипликативно. При наличии более двух альтернативных участков создание вопроса перечислением всех правильных ответов без регулярных выражений становится слишком трудоемким.

В вопросах по языкам программирования можно задавать произвольные имена переменных. Например, регулярное выражение «int\s+[a-zA-Z_]\w*» означает объявление целочисленной переменной с любым допустимым именем на языке Си. Например, «int counter».

Отдельные части регулярного выражения часто берут в круглые скобки. Части в круглых скобках называются подвыражениями. Например, в «(ab|cd)ef(gh)» есть два подвыражения. Они нумеруются в порядке открывания скобок, начиная с 1. Всё выражение в целом имеет номер 0. К подвыражениям в дальнейших частях регулярного выражения можно «обращаться» по их номерам с помощью обратных ссылок (например, «\1» или «\2»). Обратная ссылка будет совпадать с тем же набором символов, с которым совпало подвыражение с указанным номером (в отличие от повторения альтернативы, которое повторяет именно альтернативу, а не однажды выбранный вариант).

Рассмотрим пример из программирования. Студенту предлагается написать конструкцию на языке Си для увеличения значения уже объявленной переменной на любое целое положительное число, используя операцию сложения. Имя переменной может быть любым. Шаблон ответа будет выглядеть так: «int\s+([a-zA-Z_]\w*)\s*=\s*\1\s*\+\s*\d+\s*»;. Такой шаблон будет совпадать со строками «counter = counter + 1;» или «x = x + 123;». Студент имеет полную свободу в выборе имени переменной и числа. Для того чтобы в правой части равенства студент написал то же имя переменной, что и в левой части, используется обратная ссылка «\1». Она работает следующим образом. Имя переменной слева является

первым подвыражением. Обратная ссылка на него совпадает только со строкой, совпавшей с самим подвыражением. Обратите внимание, что это не то же самое, что повтор подвыражения – при повторе совпадения не обязаны повторяться. Другими словами, «([a-z]){2}» может совпасть с любой комбинацией двух букв, в то время как «([a-z])\1» совпадает лишь с парой одинаковых букв.

Если вы группируете несколько символов (для повторения или альтернативы) с помощью круглых скобок, однако на это подвыражение нет обратных ссылок, можно заменить круглые скобки «(...)» на конструкцию «(?: ...)». Дело в том, что для запоминания информации о подвыражениях требуется дополнительная память и время при поиске совпадения. Регулярные выражения с такими оптимизациями обычно работают быстрее. Кроме того, если вы используете обратные ссылки в выражении с большим количеством скобок, то активное использование группировки через «(?: ...)» позволяет вам иметь меньшие номера подвыражений в обратных ссылках (снижая шанс ошибиться и уменьшая вероятность их изменений при редактировании выражения, если появляются (или удаляются) новые пары скобок для группировки).

Часть символов (не букв и цифр, а различных знаков), как видно из предыдущих абзацев, в регулярных выражениях считается служебной. Если необходимо, чтобы такой символ (точка, звездочка и т.д.) попал в ответ, перед ним необходимо поставить знак обратной дробной черты – например, «\+» обозначает не повторение, а просто символ сложения. Это касается и самого знака обратной дробной черты – если он нужен вам в ответе, его необходимо продублировать. Вне квадратных скобок обратную дробную черту необходимо ставить перед следующими символами: «[^]\$.[]()*+{», внутри квадратных скобок – перед «[^]-[]». Чтобы не запоминать этот перечень, можно руководствоваться следующим правилом: можно безопасно ставить обратную дробную черту перед любым символом

кроме букв и цифр, если этот символ вам нужен буквально – обратная дробная черта перед любым значком снимает его специальное значение. И наоборот, никогда не ставьте обратную дробную черту перед буквой или цифрой, если вы не знаете, зачем вы это делаете: буквы и цифры получают специальное значение, если перед ними стоит обратная дробная черта.

Более подробно о синтаксисе регулярных выражений можно прочитать в книгах Фридла [4] (с объяснением всех тонкостей) и Форта [5] (более простым языком).

По данным английских исследователей, регулярные выражения удобно и эффективно применяются к ответам, являющимся по смыслу короткими предложениями на естественном языке, давая результаты в среднем не хуже чем при проверке учителем [6]. В этом исследовании также делается вывод, что регулярные выражения работают не хуже чем специализированные программы работы с шаблонами для естественных языков (см. ниже вопрос PMatch), при этом регулярные выражения легче изучаются, по ним больше литературы и специалистов.

2. Использование тестовых вопросов с подсказками в обучении

Пионером использования автоматически генерируемых подсказок в тестовых вопросах с регулярными выражениями стал Джозеф Резо (Университет Ренна-2), создавший специальный тип вопросов RegExp [7]. Сценарий использования подсказок такой: обучаемому показывается правильное начало ответа (если оно есть) и место, с которого его ответ перестал совпадать с шаблоном. Если он не знает, как продолжить ответ с этого места, он может запросить подсказку (при этом оценка за ответ может снижаться). Подсказкой может быть либо следующий корректный символ, либо следующая лексема (под лексемой понимается последовательность символов с определенным совокупным значением [8]). Для естественных языков примерами лексем

являются слова и знаки препинания (при этом трюкотиче, например, – одна лексема); для языков программирования лексема это ключевые слова, идентификаторы, числовые константы, литералы, знаки операций и скобки. Подсказка следующей лексемы может также показать завершение лексемы, если ошибка сделана в ее середине.

Преимуществом таких автоматических подсказок по сравнению со встроенными во все вопросы Moodle подсказками, вводимыми автором вопроса, в том, что автоматически генерируемые подсказки учитывают место, где студент сделал первую ошибку, и всегда могут помочь ему продолжить работу над поиском правильного ответа. В то же время автоматические генерируемые подсказки не требуют дополнительной работы от автора вопроса (кроме указания языка ответа для правильного разбиения на лексемы).

Например, если студент не может корректно написать слово «цвета» на английском языке и правильное начало его ответа «colo», он может запросить подсказку до конца лексемы и получить продолжение «rs», так как это наиболее короткое завершение данного слова. Подсказка может показываться отдельной строкой с выделением цветом подсказки, а также правильной и ошибочной частей ответа (как реализовано в разработанном авторами вопросе PReg) или же добавляться непосредственно в ответ студента (как это реализовано в вопросе RegExp).

3. Аналогичные программы

PMatch – тип вопроса для СДО Moodle, разработанный The Open University. Он позволяет студентам писать короткие (до 20 слов) ответы, которые затем сравниваются с шаблонами ответов, записанными в специальном синтаксисе PMatch. Для задания вариантов ответов студента используются специальные английские ключевые слова. Возможно описание перестановок и пропусков частей ответов [9].

К недостаткам PMatch относится то, что этот вопрос не может

показывать правильные части частично правильных ответов и генерировать подсказки для завершения таких ответов. Используемый в нем язык шаблонов мало распространен и требует специального изучения. Более того, этот язык шаблонов вопроса PMatch ориентирован на вопросы с ответами на естественных языках (английский и близкие к нему по грамматической структуре языки) и не может использоваться для оценки ответов на языках программирования, а также на естественных языках, значительно отличающихся от английского.

Для системы Moodle также разработан тип вопроса, работающий с регулярными выражениями. Он называется RegExp [7], его автор – Joseph Rézeau, преподаватель английского языка из Франции.

В данном типе вопроса впервые были реализованы идеи нахождения частичного совпадения ответа с регулярным выражением и автоматической генерации подсказок в виде продолжения строки с того места, где студент сделал первую ошибку.

Однако большим недостатком типа вопроса RegExp является выбранный алгоритм поиска совпадения и генерации подсказки, основанный на попытке построить множество всех строк, совпадающих с шаблоном (регулярным выражением). Это ограничивает синтаксис используемых регулярных выражений (так, невозможно использовать повторение с «бесконечной» границей в виде квантификаторов «+» и «*»), а также значительно замедляет работу (вплоть до «зависания») для шаблонов с большим количеством строк, с которыми они могут совпадать. Конкретное количество обрабатываемых строк зависит от конфигурации сервера, в опыте авторов вопросы невозможно использовать при превышении границы в 1000 строк, что на практике достигается достаточно часто – всего лишь десять альтернативных участков ответа с двумя альтернативами в каждом (например, необязательные пробелы) дают 1024 варианта строки.

Интерфейс редактирования вопросов RegExp является неудоб-

ным: первым из всех ответов должна быть обычная строка, которая не интерпретируется как регулярное выражение и используется для показа студентам в качестве правильного ответа (очевидно, что показывать регулярное выражение с этой целью бессмысленно). При этом она участвует в генерации подсказок и иногда может быть показан не самый короткий вариант продолжения частично правильного ответа.

Система подсказок в RegExr также менее наглядна. Из ответа студента он удаляет неправильное окончание и ставит на его место подсказку, при этом не видно границы между правильной частью ответа и добавленной подсказкой. Это также слегка стимулирует механическое нажатие кнопки подсказки обучаемыми до получения правильного ответа.

К достоинствам RegExr следует отнести хорошую документацию для новичков в регулярных выражениях (на английском языке) и широкую распространенность вследствие более раннего появления.

4. Разработанный тип вопроса Preg

Открытые вопросы с описанием правильных ответов в виде шаблонов и автоматически генерируемыми подсказками были реализованы авторами в модуле типа вопроса Preg для СДО Moodle [10]. Этот модуль позволяет создавать и редактировать вопросы, оценивать ответы студентов и показывать комментарии к ошибкам.

На рис. 1 показаны основные настройки в форме редактирования

вопроса Preg для приведенного в начале примера о цветах.

Основные настройки содержат текст вопроса, общий отзыв, метод поиска совпадений («движок») с регулярными выражениями и форму записи (нотацию) регулярных выражений. Метод поиска совпадений «недетерминированные конечные автоматы» опирается на код собственной разработки, позволяет определять частичные совпадения и использовать подсказки. Реализация основывается на абстракции недетерминированных конечных автоматов с тегами, предложенной Вилли Лаурикари [11]. Метод удобно использовать для тренировочных тестов. К его недостаткам следует отнести неполную поддержку синтаксиса perl-совместимых регулярных выражений (к настоящему времени – самый богатый по возможностям диалект регулярных выражений [4]) – не поддерживаются сложные утверждения и некоторые другие редко используемые виды операций, а также возможное наличие ошибок в редких случаях. Движок «расширение preg для php» основан на существующей библиотеке perl-совместимых регулярных выражений PCRE [4]. Он не позволяет пользоваться подсказками, но полностью поддерживает perl-совместимые регулярные выражения и более надежен, будучи активно используемым в течение многих лет.

Нотации регулярного выражения дают автору вопроса определенную гибкость в форме записи правильного ответа. В настоящее время поддерживают две нотации perl-совместимых регулярных выражений: обычная и расширенная (для длинных выражений – позво-

ляет легко вставлять комментарии и форматировать код пробелами), а также нотация Moodle Shortanswer, позволяющая использовать ответы из обычных вопросов типа «Короткий ответ» СДО Moodle с возможностью генерации автоматических подсказок без какого-либо знания регулярных выражений.

На рис. 2 показаны дополнительные настройки вопроса. Они позволяют управлять доступностью подсказок следующего символа или лексемы (подсказки могут быть нежелательны в контрольных тестах), а также устанавливать снижение оценки (штраф) за их использование. Если вы хотите использовать подсказку следующей лексемы, то следует задать язык, на котором вводятся ответы на вопрос (для корректного разбиения его на лексемы). На данный момент поддерживается английский язык, языки программирования Си и Си++, а также язык форматной строки функции printf, используемой в языке Си. Добавление нового языка достаточно просто для квалифицированного программиста.

Традиционно, регулярные выражения использовались для поиска совпадения внутри текста, т.е. успешным считалось совпадение всего регулярного выражения (задается преподавателем) с любой частью текста (ответ обучаемого). Вопрос сохраняет это поведение по умолчанию, позволяя учителю описать обязательную часть ответа, а не весь ответ. Однако во многих случаях преподаватель хочет задать регулярное выражение для всего ответа: в этом случае следует включить настройку «точное совпадение». Если точное совпадение отключено, оно может быть достигнуто в некоторых ответах преподавателя с использованием простых утверждений «^» и «\$», описанных выше в разделе про регулярные выражения. Такой подход позволяет дать преподавателю гибкость, если он ее хочет, в то же время упрощая работу начинающему составителю вопросов возможностью использовать настройку точного совпадения для всех ответов.

Автор вопроса также может ввести правильный ответ для показа

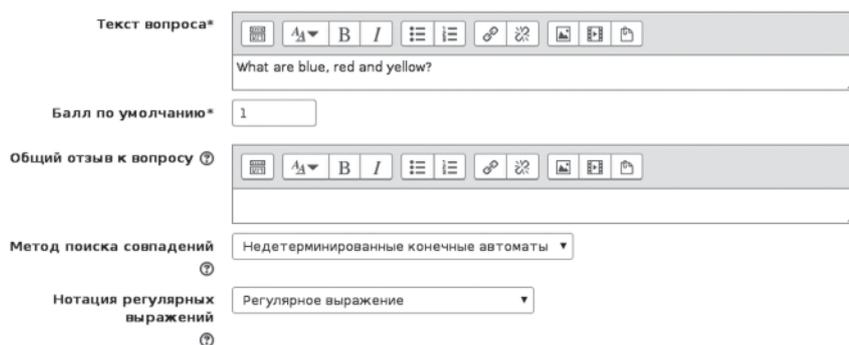


Рис. 1. Пример формы редактирования для вопроса с ответом на английском языке – основные настройки

Разрешить подсказку следующего символа Да

Штраф за подсказку следующего символа

Разрешить подсказку следующей лексемы (слова, числа, знака пунктуации) Да

Штраф за подсказку следующей лексемы

Язык

Точное совпадение Да

Правильный ответ

Чувствительность к регистру Да, регистр учитывается

Рис. 2. Пример формы редактирования для вопроса с ответом на английском языке – дополнительные настройки

Вариант ответа 1

Оценка

Отзыв

Путь: p

Рис. 3. Пример задания шаблона правильного ответа

Вариант ответа 2

Оценка

Отзыв

Путь: p

Рис. 4. Пример задания шаблона типичного неправильного ответа и отзыва с подстановкой ошибки из шаблона

обучаемому после теста (в виде текста, чтобы не показывать обучаемому регулярное выражение), но это не обязательно при использовании движка на недетерминированных конечных автоматах – система генерации подсказок может обеспечить генерацию правильного ответа самостоятельно, если автор оставит вопрос пустым. Настраивается также чувствительность ответа к регистру (прописные и строчные буквы).

Форма задания ответа преподавателя показана на рис. 3. В данном случае шаблон немного усложнен конструкциями «\s+» для подде-

ржки любого количество подряд идущих пробелов между словами. Автор вопроса вводит регулярное выражение в поле «вариант ответа», указывает оценку (возможен ввод частично правильных ответов) и отзыв для конкретного ответа (есть также общий отзыв на вопрос, показываемый по окончании тестирования).

Ответы с оценкой менее 100% (вплоть до нулевой оценки) обычно используются с отзывами в случае, если преподаватель хочет показать специальное сообщение для определенных ошибок. Например,

шаблон ответа, «отлавливающего» типичную ошибку нарушения требований к имени переменной на языке Си, показан на рис. 4.

Обратите внимание, что это выражение совпадает не только с ошибочными, но и с правильными именами переменных (\S+ это любая последовательность непробельных символов). Поскольку ответы преподавателя проверяются по порядку до первого точного совпадения, то первый вариант ответа будет совпадать для правильных написаний, а до второго дойдет только в ошибочном случае. Если же точного совпадения нет, то для определения подсказки алгоритм ищет такое частичное совпадение с правильным ответом (по умолчанию – только на 100%-ю оценку), которое ближе всего к завершению (нужно добавить наименьшее количество символов для точного совпадения). Вы можете контролировать границу между «правильными» (к которым ведут подсказки) и неправильными ответами при помощи специальной настройки, но обычно она достаточно высока – едва ли вы захотите, чтобы следование подсказкам привело обучаемого к ответу с оценкой 20%.

Обратите также внимание на управляющую последовательность «\${S1}» в комментарии. Она будет заменена на совпадение с первым подвыражением (см. выше раздел об использовании регулярных выражений). В отзыв подставляется часть ответа, совпавшая с ним. Например, студент может увидеть вот такой отзыв (рис. 5).

Пример получения автоматически сгенерированной подсказки следующей правильной лексемы показан на рис. 6: правильная часть ответа выделена зеленым, неправильная – красным, а подсказка – желтым цветом фона.

5. Результаты использования вопросов Preg в преподавании дисциплины «Основы программирования» в ВолГТУ

Разработанный тип вопроса Preg внедрен в учебный процесс на дисциплине «Основы программи-

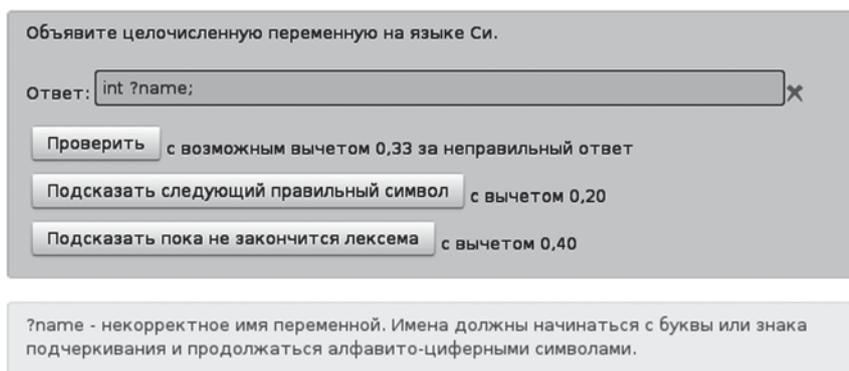


Рис. 5. Пример получения студентом отзыва на ответ, содержащий предусмотренную преподавателем ошибку

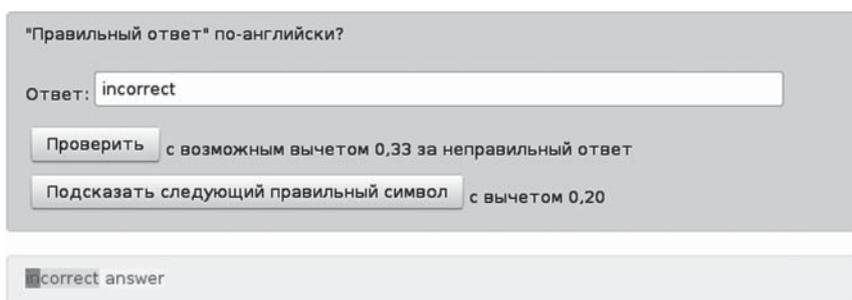


Рис. 6. Пример получения студентом подсказки следующей правильной лексемы

рования» на 1-м курсе факультета электроники и вычислительной техники Волгоградского государственного технического университета (ВолгГТУ). В рамках разработанного набора тестов вопросы типа Preg играли несколько ролей. Часть вопросов была разработана для тренировок с подсказками. Вопросы типа Preg также использовались в контрольных тестах, а также тренировочных тестах без подсказок (симулирующих проведение контрольных) для проверки ответов студента по шаблону. Эти вопросы для студентов были почти неотличимы от стандартных вопросов с открытым ответом, за исключением того факта, что в конце тестирования показывали, до какого конкретно места ответ был правильным.

В общей сложности для первого семестра было разработано 253 контрольных вопроса, 98 тренировочных вопросов с подсказками и 49 тренировочных вопросов без подсказок. Тренировочные вопросы покрывали 17 тем по 6 лабораторным работам. Для второго семестра было разработано 227 контрольных вопросов, 82 трени-

ровочных вопроса с подсказками и 61 тренировочный вопрос без подсказок. Во втором семестре тренировочные вопросы покрывали 8 тем по 4 лабораторным работам.

В конце семестра было проведено анкетирование 77 студентов, которые пользовались тренировочными тестами. Следующие возможности вопросов типа Preg были отмечены как наиболее полезные:

- 1) текстовые комментарии к типичным ошибкам с подстановкой самих ошибок;
- 2) подсказка следующей лексемы;
- 3) выделение правильной и неправильной частей ответа цветом.

95% студентов выразили желание иметь тренировочные тесты Preg в следующем семестре. Они отмечали, что подсказки полезны в вопросах на перевод чисел в строку и наоборот, действия со строками, вызовы функций с передачей в них массива и т.д. Примерно такое же количество студентов выразило желание использовать тип вопроса CorrectWriting [12].

Были проанализированы данные о попытках прохождения тренировочных тестов с подсказками, сохраняющиеся в базе данных системы Moodle. В течение семестра тренировочными тестами Preg пользовались 73 студента. В общей сложности было дано 804 ответа на вопросы. Подсказками пользовались 57 студентов (78%), остальные предпочитали сразу завершать попытку ответа на вопрос и смотреть комментарий.

В табл. показано использование студентами возможностей вопроса Preg в разрезе их успеваемости по предмету (в рамках 100-балльной рейтинговой системы оценивания). Отдельно выделены студенты, получившие минимальный балл положительной оценки (61). Из табл. видно, что пользовались подсказками активнее всего студенты, обучающиеся на «отлично» и «удовлетворительно». Если низкий процент использования подсказок среди тех, кто получил минимальную удовлетворительную (61 балл), а также неудовлетворительную оценку объясняется тем, что эти студенты вообще занимались менее активно, то ситуация с «хорошистами» более сложная. Они достаточно активно использовали сам вопрос, но не автоматически сгенерированные

Таблица использования тестов Preg студентами в зависимости от полученной итоговой оценки

| | Отлично 90..100 баллов | Хорошо 75..89 баллов | Удовлетворительно 62...74 балла | Минимальный балл – 61 | Неуд. | Всего |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------|-------|
| Количество | 23 | 25 | 7 | 33 | 11 | 99 |
| Пробовали preg | 78% | 80% | 71% | 70% | 64% | 74% |
| Отвечали на preg | 78% | 72% | 71% | 58% | 64% | 68% |
| Использовали подсказку символа | 74% | 64% | 71% | 48% | 27% | 58% |
| Использовали подсказку лексемы | 74% | 56% | 71% | 52% | 36% | 58% |

подсказки. Возможно, это связано с прилежным, но формальным подходом к учебе, что могло в итоге привести к получению оценки «хорошо» теми, кто мог бы получить и «отлично».

С точки зрения преподавателя, использование типа вопроса Preg имеет несколько преимуществ:

1) значительная экономия трудозатрат на создание вопросов при наличии в ответе нескольких мест с альтернативными вариантами написания, за счет резкого уменьшения количества вводимых ответов;

2) устранение значительного числа ложноотрицательных оценок (например, за счет учета лишних

или необязательных пробелов);

3) более активное использование возможностей самостоятельной подготовки студентов, за счет использования автоматически генерируемых подсказок следующего символа и следующей лексемы, которые позволяют студенту самостоятельно найти правильный ответ при любом количестве ошибок.

Результаты опроса студентов ВолгГТУ, а также отзывы преподавателей показывают, что использование открытых вопросов с подсказками позволяет улучшить качество самостоятельной подготовки студентов при изучении языков программирования или естествен-

ных языков. Снижаются затраты времени преподавателей на составление вопросов, проверку случаев ложноотрицательных ответов и подсказки студентам, которым материал дается с трудом. Автоматические подсказки в реализованном модуле Preg могут быть использованы даже преподавателями, не знакомыми с регулярными выражениями при использовании нотации «Moodle Shortanswer».

Разработанный модуль распространяется на условиях лицензии GPL через страницу сайта СДО Moodle https://moodle.org/plugins/pluginversions.php?plugin=qtype_preg.

Литература

1. Статистика Moodle [Electronic resource]. – URL: <https://moodle.org/stats/> (дата обращения: 26.10.2014).
2. Фандей В.А. Использование модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды Moodle в преподавании межкультурной коммуникации // Вестник Московского университета. Серия 19: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2011. – № 4. – С. 125–130.
3. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: Новая техника, 2006. – 464 с.
4. Фридл Дж. Регулярные выражения / пер. с англ. – 3-е изд. – СПб.: Символ Плюс, 2008. – 608 с.
5. Форта Б. Регулярные выражения. – М.: ИД «Вильямс», 2005. – 184 с.
6. Butcher P.G., Jordan S.E. A comparison of human and computer marking of short free-text student responses // Computers & Education. – 2010. – № 55. – P. 489–499.
7. Regular Expression Short-Answer question type [Electronic resource]. – URL: http://docs.moodle.org/27/en/Regular_Expression_Short-Answer_question_type (date access: 26.10.2014).
8. Ахо А., Сети Р., Ульман Дж. Компиляторы. Принципы, технологии, инструменты. – М.: ИД «Вильямс», 2003. – 769 с.
9. Pattern-match question type detailed documentation [Electronic resource]. – URL: https://docs.moodle.org/27/en/Pattern-match_question_type_detailed_documentation (date access: 26.10.2014).
10. Сычев О.А. Использование регулярных выражений для проверки ответов на тестовые вопросы, предоставляемых в виде фрагмента кода программы / О.А. Сычев, Д.В. Литовкин // Информационные технологии в образовании, технике и медицине: матер. междунар. конф., 21–24 сент. 2009 / ВолгГТУ [и др.]. – Волгоград, 2009. – С. 45.
11. Laurikari V. NFAs with tagged transitions, their conversion to deterministic automata and application to regular expressions // Proceedings of the 7th International Symposium on String Processing and Information Retrieval. – IEEE, 2000. – P. 181–187.
12. Сычев О.А. Автоматическое определение ошибок в порядке расположения лексем в ответах на вопросы с открытым ответом в СДО Moodle / О.А. Сычев, Д.П. Мамонтов // Открытое образование. – 2014. – № 2. – С. 79–88.

Основания генезиса фундаментальных свойств и базовых требований к информационно-образовательным пространствам

Изложен подход к синтезу базовых требований к информационно-образовательным пространствам (ИОП) на основе определения источников их фундаментальных свойств. Предложены онтологии понятийного контекста и архитектурные модели ИОП, на основе которых изложен способ определения фундаментальных свойств ИОП. Основой способа является выделение свойств, наследуемых ИОП по связям с высокоуровневыми понятиями, смежными в онтологиях контекста.

Ключевые слова: информационно-образовательное пространство, образовательная среда, онтологическая модель, наследование свойств, базовые требования.

GENESIS OF FUNDAMENTAL ATTRIBUTES AND BASIC REQUIREMENTS FOR INFORMATION-EDUCATIONAL SPACES

An approach to synthesizing basic requirements for information-educational spaces (IES) is presented basing on defining sources of their fundamental attributes. Ontologies for IES's conceptual context and architectural models of IES are introduced as the foundation for the method of the IES fundamental attributes defining. The main principle of the method is selection of attributes inherited in IES via links with high-level concepts adjacent in context ontologies.

Keywords: information-educational space, educational environment, ontological model, attributes inheritance, basic requirements.

Введение

Информационно-образовательное пространство (ИОП) является предметом изучения и проектирования в течение многих последних лет. Вместе с тем общепринятой, тем более единой, трактовки ИОП не существует, наблюдаются значительные различия не только в составе компонентов ИОП, но в границах его содержания. Разными коллективами предусматриваются заметно различающиеся типы требований к ИОП, к его связям с внешними по отношению к нему объектами и системами. Эта ситуация критична по той причине, что реальные информационно-образовательные пространства, даже если

они связываются с конкретным образовательным учреждением (ОУ), например школой или университетом, выходят за пределы одного этого ОУ. Данный феномен определен не только обычными возможностями доступа к ресурсам интернета, но и потребностями практической образовательной деятельности, неизбежно выходящей за пределы ОУ. Это относится, например, к сетевым формам образования, предусмотренным в действующем законодательстве РФ [1]. Отметим, что и в этом, и в подобных случаях происходит не простое расширение ИОП, а качественный переход от системы масштаба предприятия («внутрикорпоративное ИОП») к системе и пространству принци-

пиально большего масштаба. Для таких пространств естественны большая комплексность, значительные пересечения, желательна или необходима возможность их совместного использования. Обеспечение таких возможностей зависит от согласованности требований к свойствам взаимодействующих ИОП, для чего, в свою очередь, необходимо наличие общих типов требований, определяемых на устойчивом, естественном и общем для разных ИОП фундаменте. Определение такого фундамента, а на нем – общих типов требований к ИОП, актуально, таким образом, для создания любого ИОП.

В связи с этим была поставлена задача разработки подхода к опре-

¹ Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ, проект № 13-07-00917а.



Евгений Захарович Зиндер,

президент

Тел.: (495) 442-80-98

Эл. почта: EZinder@fostas.ru

НО «Фонд поддержки системного проектирования, стандартизации и управления проектами»

www.fostas.ru

Evgeny Z. Zinder,

president

Tel.: (495) 442-80-98

E-mail: EZinder@fostas.ru

NPO Foundation for System Engineering,
Standardization and Project
Management Support

www.fostas.ru

делению фундаментальных источников общих базовых требований к ИОП и самих таких требований. Задача решалась выведением подхода за рамки рассмотрения конкретного ОУ или фиксированной образовательной среды. Для достижения необходимого эффекта базовые требования предложено формировать на основе определения фундаментальных свойств ИОП, индуцируемых его смысловыми связями с высокоуровневыми понятиями контекста, в котором существует или должно существовать ИОП. В процессах применения подхода эти свойства служат источником фундаментальных исходных данных для синтеза базовых типов требований к ИОП как к системе.

В статье изложены основания, представлены центральные модели и основополагающие методы предложенного автором подхода к определению фундаментальных свойств и базовых требований к ИОП. Подход явился частью результатов проекта [2] «Разработка методов и средств создания информационно-образовательного пространства на основе онтологического и многоагентного подходов», в рамках которого решаются задачи интеграции разнородных источников информации и знаний, в том числе на основе онтологий и актов взаимодействия субъектов образовательной и научной деятельности с использованием сервисных архитектур и многоагентных технологий. Результаты применения подхода кратко представлены в [3] и излагаются в отдельной публикации [4].

1. Основания подхода к определению базовых требований к ИОП

1.1. Контекст определения и функционирования ИОП

Подход к определению базовых требований к ИОП основан на анализе:

- места ИОП в контексте условий и форм деятельности субъектов образовательного процесса, рассматриваемого в первую очередь в границах развивающегося информационного общества в целом и в

его информационном пространстве в частности;

- характера структурирующих этот контекст смысловых связей ИОП с другими высокоуровневыми объектами и категориями, ориентированными на информацию, на ее создателей и потребителей, на ИКТ-аспекты существования субъектов образовательной деятельности.

Схематически этот контекст отражен высокоуровневой онтологической моделью (upper ontology) контекста ИОП, диаграмма которой приведена на рис. 1. Идея подхода состоит в том, что типы базовых требований к ИОП определяются на основе наследования ИОП свойств более общих явлений и понятий, таких как «среда обитания» (СО), «информационное пространство» (ИП), «образовательная среда» (ОС), «предприятие».

Безусловно, диаграммы на рис. 1 недостаточно для обоснования состава понятий, составляющих контекст ИОП, а также для выбора трактовки содержания самих этих понятий. Одно из основных решений, которое приходится принимать изначально, это решение об общем содержании и границах трактовки ИОП. Поэтому далее разбираются существующие трактовки ИОП и смежных понятий, затем на их основе принимаются стартовые свойства ИОП, которые уточняют выбор высокоуровневых понятий контекста и их общую трактовку. И уже с учетом этого более детально анализируются свойства основных понятий контекста, выбранные для понимания и фиксации общих свойств ИОП, наследуемых от этих понятий.

1.2. Обоснование стартовых свойств ИОП и ограничений на них

Онтология контекста ИОП включает объемлющие категории и родовые для ИОП понятия, включая определения тех их свойств, которые органично наследует ИОП. Из-за отсутствия согласованности известных определений многих рассматриваемых понятий выбор свойств, наследуемых ИОП, невозможно провести прямым заимство-

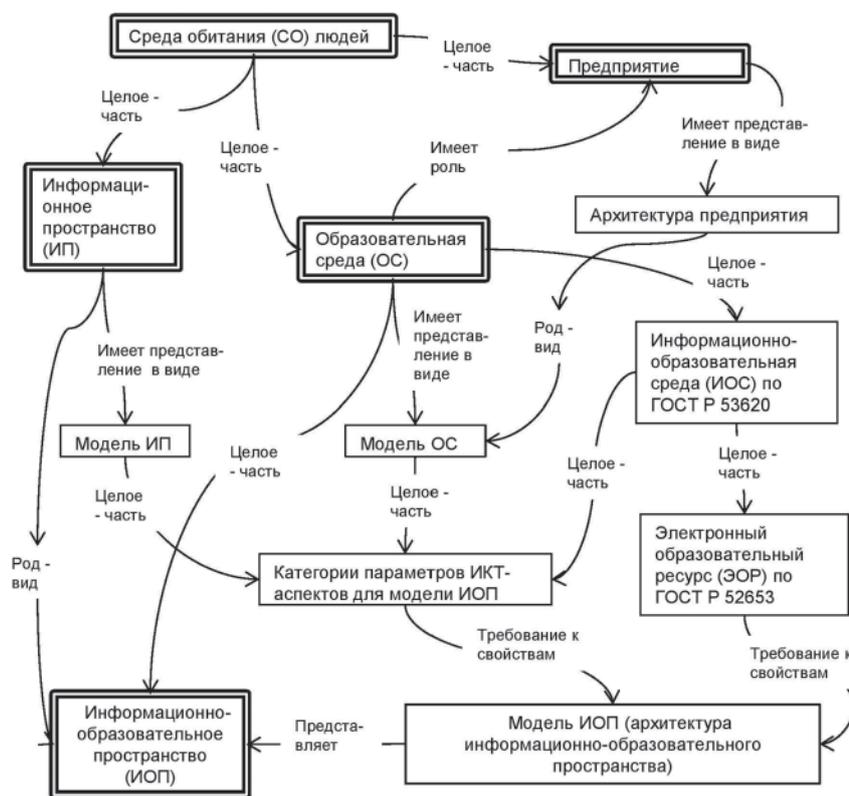


Рис. 1. Высокоуровневая онтология контекста ИОП для определения требований к информационным пространствам в образовании

ванием готовых сведений такого рода из существующих тезаурусов или стандартизованных глоссариев. По этой причине рассмотрена практика применения рассматриваемых понятий, привлечен опыт образовательной деятельности, учтены также общие рамки указанного выше проекта исследования и разработки инструментов ИОП.

Анализ показывает, что различные определения и описания ИОП включают в себя многие свойства таких понятий, как информационное пространство (ИП), образовательное пространство, образовательная среда (ОС), среда обитания (СО) и т.п. Близость этих понятий естественна, однако их различия и разные аспекты их связей до сих пор дискутируются. Так, в [5] показаны исторические и культурологические аспекты генезиса и динамики понятий «образовательная среда» и «образовательное пространство». В [6] автор сравнивает различные трактовки информационно-образовательной среды и ИОП и указывает на сосуществование практически противоположных трактовок.

ОС как система рассматривалась в различных аспектах. Классическую педагогическую трактовку ОС отражает четырехуровневая «экологическая модель» [7], отражающая практически глобальный характер ОС, сложность ее структуры и роль обучающегося как центрального субъекта. Более поздние и более специфические взгляды на ОС, их трансформации и развитие рассмотрены в работах [8] и [9]. Однако систематический и конструктивный анализ именно информационного аспекта этих понятий начался позже, и понятия информационно-образовательное пространство и информационно-образовательная среда, на наш взгляд, еще требуют уточнения.

Анализируя соотношение ИОП и ИКТ, рассмотрим распространенные свойства ИОП, определяемые в нормативных документах, практических методиках и разработках.

Отметим наблюдаемую сегодня ограниченность и определенную некорректность определений, введенных в действующих стандартах типа ГОСТ Р. Так, в [10] информационно-образовательная среда оп-

ределяется как «система инструментальных средств и ресурсов, обеспечивающих условия для реализации образовательной деятельности на основе информационно-коммуникационных технологий». Примечание стандарта подчеркивает, что информационно-образовательные среды в обобщенном виде «представляют собой различные виды информационных систем, обеспечивающих реализацию процесса обучения с помощью информационно-коммуникационных технологий». Однако этими определениями, по сути, утверждается, что без ИКТ не может существовать никакого процесса обучения, что вызывает большое сомнение. Можно предположить, что подобные определения отражают позицию, при которой использование технологий, а не цель и когнитивная суть образования, ставится во главу угла. Надо также отметить, что сильный «инженерно-технический уклон» вредит созданию любых автоматизированных систем. Наконец, никак не отражается существование педагогической трактовки ОС.

При рассмотрении публикаций методической и практической направленности наблюдается достаточно широкий спектр трактовок ИОП. Так, в [11] используется весьма обобщенная трактовка ИОП как системы, причем предусматривающая обеспечение этой системой образовательных и научных потребностей. Обобщенные трактовки конкретизируются указанием более конкретных свойств: например, в [12] – включением в систему ИОП информационных ресурсов на разных носителях, организационных структур и действующих субъектов для функционирования единого ИОП, программно-технических средств, организационно-нормативных документов. Работу [13] можно рассматривать как типичный пример практической трактовки ИОП в виде системно-технологического описания средств информационного обеспечения образовательного учреждения (ОУ).

В трактовки ИОП включаются различные дополнительные свойства. Так, в [14] ИОП дополнительно

отражает характеристики «личностных изменений людей (педагогов и учащихся)» и растущий уровень охвата среды ОУ. В [15] к сходному толкованию добавляется задача создания ИОП для охвата большей или меньшей части среды обитания – «города, области, страны в целом». В [16] указываются требования не только единства, но и интегрированности ИОП, не только инфраструктурного характера ИОП, но и поддержки управления знаниями и действующих субъектов / агентов разных типов.

1.3. Начальная трактовка ИОП для последующего определения требований

На основе анализа трактовок понятий «образовательная среда», «образовательное пространство» и ИОП сформулированы положения о том, в какой области следует определять наследуемые базовые свойства и типы требований к ИОП:

- ИОП однозначно связывается с функциями создания, подбора, хранения, поиска, преобразования и предоставления средствами ИКТ большого числа разнотипных информационных объектов, включая объекты знаний, в интересах образовательной деятельности;

- кроме информационных объектов и ИКТ-систем в ИОП включаются субъекты (акторы, агенты) как действующие участники разных типов, связываемые с разными ролями в образовательной деятельности, а также другие функциональные единицы (например, системные сервисы, поддерживающие хранение информационных объектов и выполняющие их доставку потребителям);

- по отношению к образовательному процессу ИОП имеет в первую очередь характер инфраструктурной системы, поддерживающей как действия субъектов этого процесса, так и работу иных функциональных единиц;

- ИОП носит преимущественно системно-технологическую окраску, не сводимую, однако, к ИКТ и узко трактуемым информационным системам (например, аналогично [10]).

Выявлены несоответствия и неопределенности в трактовке ИОП, в частности:

- в одних работах ИОП рассматривается практически только в аспекте технологической ИКТ-системы, в других – в первую очередь в культурологическом и общепедагогическом аспекте;

- не обосновывается применение понятия «пространство» в составе наименования и определений ИОП;

- неясны аспекты динамики объектов экстенционала понятия ИОП, что затрудняет планирование реализации конкретных экземпляров сложных ИОП планируемыми очередями.

Излагаемый далее подход позволяет снимать указанные выше противоречия и неопределенности в процессе конкретизации наследуемых фундаментальных свойств ИОП и базовых типов требований к нему.

2. Общая схема подхода – понятийный и процессный аспекты

2.1. Понятийный аспект подхода

В данном подходе фундаментальные свойства ИОП определяются как индуцируемые понятиями, старшими в плоскостях обобщения-конкретизации и агрегации-детализации релевантной онтологической модели. Для применения этого способа онтология контекста ИОП (см. рис. 1) включает естественные связи ИОП с понятиями «образовательная среда» (ОС) и «информационное пространство» (ИП). Те, в свою очередь, естественным образом являются видами или частями родового понятия «среда обитания» (СО) человека.

Онтология включает и некоторые другие понятия – в первую очередь «предприятие» и «архитектура предприятия», которые используются для отражения целенаправленного характера создания и деятельности образовательных сред как искусственных социально-экономических или социальных систем. При этом принято, что именно потребности деятельности ОС дают основу для требований к ИКТ. В терминах методологии «Архитектура Предприятия» [17]

это означает примат архитектуры деятельности (т.н. бизнес-архитектуры) над системной и технологической архитектурами ОС как предприятия.

В онтологию включены также понятия моделей трех классов: «Модель ИП», «Модель ОС» и «Модель ИОП». Их присутствие носит инструментальный характер и используется для возможности более конкретного и точного определения требований к ИОП на основе связанных с ИКТ параметров моделей ИП и ОС. Конкретизация такого использования осуществляется в процессах проектирования конкретного ИОП (например, для конкретного университета). При этом выполняется также конкретизация наследованных фундаментальных свойств ИОП и базовых типов требований к нему. Для более детального представления семантики связей ИОП с понятием «информационное пространство» (ИП) предложена дополнительная «онтология информационных пространств», диаграмма которой приведена на рис. 2.

2.2. Процессный аспект подхода

Процессная сторона подхода показана ниже (при этом порядок изложения действий или используемых методов не означает непременно такого же порядка их применения).

А) Рассматриваются высокоуровневые понятия контекста, родовые для ИОП или включающие его как часть.

Б) Для таких понятий выбираются те основные свойства, которые наследуются ИОП, уточняя его начальную трактовку, снимая противоречия и уменьшая неопределенности, показанные выше.

В) Для индуцирования свойств ИОП с учетом приведенных онтологий применяется следующий общий методологический прием:

- в плоскости обобщения-конкретизации связь «род – вид» традиционно означает наследование видовым понятием всех свойств родового понятия;

- в плоскости агрегации-детализации «понятие-часть» наследует не все свойства «понятия-цело-

ределяет агрегированные сущности, которые, в определенных обстоятельствах, могут включать сущности, обозначаемые остальными рассматриваемыми понятиями.

Среда обитания человека – далее для краткости Среда обитания, СО – определяется на основе [18] как совокупность всех «объектов, явлений и процессов, внешних по отношению к человеку, с которыми он находится в прямых или косвенных взаимоотношениях», а также как синоним окружающей среды. Под взаимоотношениями понимаются все возможные виды прямых и косвенных односторонних и двусторонних воздействий между человеком и его СО.

Существует разобранная в [19] необходимость выделения и определения центрального субъекта среды обитания, что особенно важно в случае СО человека. В качестве типа центрального субъекта СО в данной работе мы выделяем (а) индивида, (б) сообщество людей, (в) люди в целом (представляемые родовым понятием «человек»). Сообществом людей может быть любое подмножество людей, выделенное по определенным правилам. Так, для случая городской СО сообществом будут жители города.

Границы СО задает определенность центрального субъекта. Такие границы задаются всей совокупностью объектов, прямо или косвенно взаимодействующих с этим субъектом. Другой тип границ может задавать тематика или иное общее свойство (набор свойств) объектов среды.

В определениях и описаниях указывается на естественность выделения в СО нескольких разнотипных сред обитания, в число которых, согласно [20], входят, в частности, «Природная экологическая среда», «Социальная среда», «Информационная среда». Типы сред обитания рассматриваются и на более детальном уровне – например, в [18] выделены «Культурная среда», «Производственная среда», «Социально-психологическая среда», «Социально-экономическая среда» и др. Существенным представляется неизбежное пересечение разных типов сред, а также разделение СО на

техногенные и социальные среды, что важно отслеживать в архитектуре образовательной среды и при определении требований к ИОП.

Интегральность всей СО проявляется в том, что центральный субъект имеет или может иметь дело не только с узко выделенным по тематике объектом СО, но и с комплексом взаимодействий и объектов разных типов. Поэтому СО не просто объединяет, но более тесно интегрирует частные типы сред, входящих в СО.

СО может иметь разный масштаб, понимаемый как степень охвата субъектов и (или) типов частных сред. Кроме того, СО может менять свой масштаб во времени. Примером может быть объединение информационной среды обитания сотрудников и информационной среды обитания студентов университета в одной СО «университетских людей». Другой пример: культурная среда обитания может расширить свой масштаб при включении в нее объектов не только общей, но и инженерной культуры. Поэтому в общем случае СО обладает свойством, называемом здесь свойством масштабирования.

СО не является неизменной. Различаются изменения СО за счет целенаправленной деятельности центрального субъекта и за счет действий иных субъектов СО. Учитываются тенденции развития СО разных видов, в число которых входят виды развития:

- по масштабу распространения: рост степени глобализации СО;
- по многообразию масштабов и изменчивости: создание и изменение локальных и даже индивидуализированных СО силами их центральных субъектов или иных акторов;
- по степени интеграции: взаимопроникновение и интеграция всё большего числа различных типов СО (культурного, природного, информационного) в одной комплексной СО.

3.2. Свойства информационного пространства (ИП), наследуемые ИОП и порождающие типы требований к нему

Вычленение свойств ИП, индусирующихся наследуемые ИОП свойства, подчиняется общей ло-

гике, использованной при анализе свойств Среды обитания. Поэтому дальнейшее изложение дается в более лаконичной манере.

Понимаемое в широком смысле ИП возникло весьма давно, не позже возникновения второй сигнальной системы [21]. Однако в настоящее время многие источники поддерживают крен трактовки понятия ИП в сторону информационных и иных ИКТ-систем. Работа [22], одна из создавших такой крен, определяет ИП как набор понятий и связей между ними, поддерживаемых посредством информационных систем. С таким набором сопоставляется «Когнитивное пространство», отличающееся тем, что понятия и связи поддерживаются людьми и группами людей. Возможно, именно такое разделение вызвано смешением понятий «информация» и «данные».

Будем опираться на более широкое толкование в [23], отличающееся большей конструктивностью и комплексностью. В этом толковании ИП определяется как объединение «информационных сфер», которые, в свою очередь, на основе [24] определяются как «совокупность информации, информационной инфраструктуры, субъектов, осуществляющих сбор, формирование, распространение и использование информации, а также системы регулирования возникающих при этом общественных отношений», причем такая совокупность, которая охватывает «конечный объем осмысленного информационного пространства». Выраженное в указанной форме, последнее свойство формально делает понятие ИП неопределяемым, однако это не мешает вычленять его фундаментальные свойства.

Как и в случае с комплексной СО:

- ИП включает действующих субъектов (акторов, агентов);
- в комплексном ИП могут быть выделены ИП разных условных типов – социальное ИП, инфраструктурное, узкотематическое;
- ИП обладает свойством «масштаб».

На практике разделяют «глобальное ИП» и самые разные «локальные» ИП – корпоративные,

национальные, профессиональные, индивидуальные и др.

Отличим ИП от СО (или информационной СО) является необходимость определения центрального субъекта. Благодаря этому существуют такие пространства, как мировое пространство СМИ, библиотечное, архивное или музейное информационное пространство и т.д. Многие такие ИП на практике могут нестрого связываться с центральным субъектом «люди в целом», однако особенностью является ситуативное решение каждого человека о том, входит ли он в состав центрального субъекта, т.е. является ли он «жителем» этого ИП. Из-за этого невозможно говорить, что реальным центральным субъектом такого ИП действительно являются все люди в целом.

Другое важное особое свойство ИОП связано со способом трактовки слова «пространство». В данной работе «пространство» в названии ИП означает его строгую трактовку, при которой элементарные объекты пространства и отношения между ними организованы набором в той или иной степени формализованных правил. Эти правила позволяют различать места расположения разных объектов, измерять расстояния между ними, определять траектории и производить целенаправленное движение, отображать ИП в виде схем или своего рода карт.

Отметим, что такую трактовку ИП как пространства считают целесообразной использовать все участники проекта, в рамках которого написана данная статья. Применительно к ИОП такое толкование позволяет конструировать подпространства и их модели, позволяющие решать многие практически важные задачи. Конкретные требования к измерениям и другим правилам пространства определяются требованиями к задачам, решение которых должно поддерживать некоторое конкретное ИОП и в которые могут, в частности, входить указанные в [25, 26] задачи:

- упорядочение целей на разных отрезках непрерывного образования и планирование вариантов индивидуальных образовательных траекторий индивида разной дли-

тельности на протяжении всей истории его жизни;

- определение и использование очередности изучения академических дисциплин и отдельных образовательных модулей в рамках примерной и конкретной образовательных программ ОУ;

- сравнение компетенций и планирование движения от начальных уровней компетентности к более высоким при развитии человеческого капитала компании.

3.3. Свойства архитектуры предприятия (АП), наследуемые ИОП и порождающие типы требований к нему

Понятие «предприятие» и «архитектура предприятия» (АП, Enterprise Architecture) служат для систематического определения свойств активной образовательной среды при осуществлении ею целенаправленной деятельности и для последующего отображения части этих свойств в ИОП и в его модели. В соответствии со стандартами де-юре и де-факто дисциплины «Архитектура предприятия» [17, 27] трактуется как одна или несколько организаций или их частей, объединенных общей целью в отношении создания определенного полезного выхода, такого как услуга или иной продукт. Эта целенаправленность вполне совпадает с целенаправленностью создания и деятельности образовательных сред (ОС) разных видов.

В [28] было рассмотрено применение стандарта [17] для создания комплексных образовательных информационных систем. Значение понятия «предприятие» и дисциплины «Архитектура предприятия» для формирования и деятельности ОС определено в [25]. Продуктом ОС как предприятия можно принять получение обучающимся ценных образовательных услуг, считая, что это не является ограничением и не препятствует достижению иных важных результатов деятельности ОС.

Непосредственной ценностью рассмотрения ОС как предприятия является возможность использовать методический материал дисциплины АП. В частности, используются:

- правила вывода требований к системной и технологической архитектурам ОС и ее ИОП из потребностей архитектуры деятельности (т.н. бизнес-архитектуры) ОС как предприятия;

- возможности трансформировать бизнес-архитектуру ОС и ее ИОП за счет применения ИКТ, например за счет реинжиниринга процессов деятельности и даже определения новых целей ОС как предприятия.

Архитектурные методы распространяются также на процессы создания и развития ОС как предприятия. В частности:

- осуществляется спиральное развитие структуры и свойств ИОП конкретной ОС как осуществление нескольких жизненных циклов ИОП, сменяющих друг друга в полной истории жизни ОС;

- для проектирования архитектур конкретных ОС и их ИОП полезно использование метамоделей, референсных («эталонных») моделей, типовых «строительных блоков» (в терминах [27]), что не исключает использование и оригинальных решений.

Важнейшие принципы и мета-модели «Архитектуры предприятия», применяемые при определении свойств ИОП, рассматриваются в статье [4]. При этом учитываются положения новой парадигмы инжиниринга предприятий [29, 30].

3.4. Свойства образовательной среды, наследуемые ИОП и порождающие типы требований к нему

В традиционных подходах наследование ИОП свойств образовательной среды (например, тематических) обычно рассматривается первым и часто остается единственным в проектах создания ИОП ОУ. Часть свойств ИОП определяется в ходе обследования и диагностического анализа конкретного университета или института, остальные домысливаются в рамках разработки концепции ИОП, частично – заимствованием примеров «лучшей практики», частично – изобретением локальных решений. Недостатки таких подходов:

- изначальное отсутствие в архитектуре ИОП тех свойств и компонентов, которые надо относить к базовым;

- несовпадение в требованиях и даже в типах требований разных ИОП и ИП, которым предстоит взаимодействовать в ходе функционирования;

- повышенные затраты на доработки разных ИОП и ИП для последующего включения базовых свойств, включая обеспечение содержательной совместимости смежных ИОП.

Типичным примером распространенного недостатка является отсутствие достаточных требований к масштабированию ИОП, когда оно проектируется в качестве внутреннего пространства ОУ. В тех же случаях, когда требования к последующему масштабированию закладываются, например, исходя из понимания неизбежности использования не только общих информационных ресурсов интернета, но и специализированных образовательных ресурсов других ОУ, оно обычно не сопровождается требованиями к сочетанию масштабирования по разным характеристикам, например по центральному субъекту и по охвату разных тематик. Отсюда вытекают недостаточные требования к методам интеграции ресурсов интернета для их представления в качестве информационно-образовательных ресурсов.

Другим распространенным недостатком является недостаточное обеспечение свойств упорядоченности элементов ИОП, которое собственно и привносит в ИОП свойства строго определенного пространства. Отсутствие этих свойств не дает возможности решать в этом ИОП наиболее ценные, не рутинные задачи, указанные в предыдущем подразделе.

Анализ многих важных свойств ОС, которые должны наследоваться ИОП, можно найти в содержательном анализе ОС [25] и в описаниях формальных моделей [26]. Здесь укажем, что в соответствии с модельным подходом и методами дисциплины «Архитектура предприятия» в число обобщенных

моделей ОС, поддерживающих рассматриваемые свойства, рекомендуется включать следующие метамодели (в скобках приведены используемые в подходе представители этих метамodelей):

- метамодель структуры внутренней и внешней среды предприятия для ОС (модель [7]);

- метамодель целей и траекторий образовательной деятельности (модель пространства непрерывного образования LLLS [25, 26]);

- метамодель знаний, передаваемых образовательной средой обучающемуся (представление объектов знаний изучаемой предметной области в нормализованной метамодели компетенций [26]);

- метамодель состава результатов образовательной деятельности (нормализованная метамодель компетенций [25]).

Другие модели и их характеристики рассматриваются в [4].

Заключение

Предложенный подход к определению фундаментальных источников базовых требований к ИОП и самих базовых требований позволяет в целом решить задачу преодоления ограничений, порождаемых субъективизмом разработчика, конъюнктурой момента и текущим, т.е. частным, состоянием ОУ. Задача решается на основе выведения подхода за рамки анализа конкретного ОУ или фиксированной ОС. Подход основан на том, что типы базовых требований к ИОП возникают не по решению того или иного разработчика и не только на основе приоритетных, но и частных потребностей пользователей. Типы требований определяются на основе фундаментальных свойств ИОП, которые, в свою очередь, определяются на основе наследования ИОП свойств высокоуровневых смежных с ним понятий. В качестве таковых в первую очередь рассматриваются понятия «информационное пространство», «среда обитания человека», «образовательная среда», «предприятие» и «архитектура предприятия».

Для придания отбираемым свойствам практической значимости выполнен анализ семантики

контекста, в котором создаются и действуют образовательная среда и ее ИОП, и предварительный анализ трактовки понятия ИОП, на основе чего выбрана актуальная для практики трактовка, относящая ИОП более к системно-технологической области, чем к социальной и педагогической. Вместе с тем отмечена комплексность понятия ИОП, определены его главные компоненты и связи с высокоуровневыми смежными понятиями, включая действующих субъектов и отношения между ними и с внешней средой. Эти компоненты и связи представлены высокоуровневой онтологической моделью (upper ontology) «Онтология контекста ИОП» и существенной для ИОП «онтологией информационных пространств».

Разработана и предложена общая схема подхода с выделением в нем понятийного и процессного аспектов. Указаны правила создания как обобщенных свойств и требований к ИОП, так и их конкретизации и детализации, в том числе в процессе применения общей схемы подхода в случае создания конкретных образовательной среды и его ИОП. Эта схема, включающая высокоуровневую онтологию (upper ontology) контекста ИОП, а также совокупность частичных онтологических и других моделей ИОП, предусмотренных подходом, может рассматриваться в качестве наиболее обобщенной схемы, «фреймвока» создания ИОП различного назначения. Вошедшие во фреймворк обобщенные характеристики ИОП могут дополняться, детализироваться и конкретизироваться в проектах создания конкретных ИОП.

На основе упомянутых онтологий определены те свойства высокоуровневых смежных с ИОП понятий, которые наследуются ИОП и составляют его фундаментальные свойства. В частности, выделяются следующие свойства СО, индуцирующие фундаментальные свойства ИОП:

- конечность;
- наличие центрального субъекта;
- комплексность и интегральность как объединение сред обитания нескольких типов;

- масштабируемость;
- изменяемость под воздействием разных факторов;
- вхождение ОС и ИОП в состав СО как частей в целом.

Дополнительно перечисленным выше свойствам, в свойства ИОП, наследуемые от ИП, входят:

- возможность отсутствия центрального субъекта;
- упорядоченность элементов ИОП;
- конечность или практическое отсутствие границ;
- интегральность как объединение информационных сфер нескольких типов;
- связь ИП с ИОП как с видовым понятием.

Другие свойства ИОП и результаты применения подхода в виде

типов базовых требований к ИОП как к системе рассматриваются в [4].

Интегрально можно сформулировать следующие преимущества предложенного подхода, включая используемую в нем общую схему (фреймворк) ИОП:

- применение подхода обеспечивает обоснованность состава базовых требований к ИОП и естественную стабильность их набора при происходящих внешних изменениях;
- подход обеспечивает более полное понимание истоков требований к ИОП, благодаря чему становится возможным изначально, т.е. до погружения в детальный анализ специфики образовательных процессов конкретного ОУ,

закладывать многие базовые свойства ИОП в его архитектуру как типовые;

• применение общих базовых типов требований, основанных на фундаментальных свойствах ИОП, позволяет явным образом и прослеживаемыми действиями обеспечивать нужную совместимость разных ИОП, способ и степень масштабирования каждого из них;

• подход разделяет категории требований к ИОП на первоочередные и перспективные, благодаря чему на самых ранних стадиях планирования ИОП можно определять очередность реализации свойств ИОП, что необходимо ввиду высокой сложности ИОП как системы.

Литература

1. Федеральный закон РФ «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ.
2. *Тельнов Ю.Ф.* Принципы и методы семантического структурирования информационно-образовательного пространства на основе реализации онтологического подхода // Вестник УМО. Экономика, статистика и информатика. – 2014. – № 1. – С. 187–191.
3. *Зиндер Е.З.* Информационные пространства: генезис требований к фундаментальным свойствам // Современные информационные технологии и ИТ-образование: избранные труды IX Междун. н.-практич. конф. – М., 2014. – С. 885–896.
4. *Зиндер Е.З.* Базовые требования к информационно-образовательным пространствам, основанные на их фундаментальных свойствах // Открытое образование. – 2015. – № 3. – (в печати).
5. *Веряев А.А., Шалаев И.К.* От образовательных сред к образовательному пространству: культурологический подход к проблеме // Педагог: наука, технология, практика. – Барнаул, 1998. – № 2 (5). – Доступно на: http://www.uni-altai.ru/Journal/pedagog/pedagog_5/a03.html (дата обращения: 11.11.2014).
6. *Осмоловская И.М.* Информационно-образовательная среда общеобразовательной школы [Электронный ресурс] // Заочные педагогич. чтения памяти И.Я. Лернера / Владимирский гос. ун-т. – Режим доступа: http://pedagog.vlsu.ru/fileadmin/Dep_pedagogical/konf_lerner/Osmolovskaya_I.M..pdf (дата обращения: 11.11.2014).
7. *Степанов С.* Эколог детства // Школьный психолог. – 2005. – № 22. – Доступно на: <http://psy.1september.ru/articlef.php?ID=200502202> (дата обращения: 11.11.2014).
8. *Ямбург Е.* Единое образовательное пространство // Народное образование. – 1994. – № 1. – С. 24.
9. *Веряев А.А., Шалаев И.К.* От образовательных сред к образовательному пространству: понятие, формирование, свойства // Педагог. – 1998. – Доступно на: http://www.uni-altai.ru/Journal/pedagog/pedagog_4/articl_1.html (дата обращения: 11.11.2014).
10. ГОСТ Р 53620-2009. ИКТ в образовании. Электронные образовательные ресурсы.
11. *Соснин П.И.* Проблемы развития информационно-образовательного пространства вуза // Компьютерные технологии в высшем образовании: тез. науч.-метод. конф. – Ульяновск, 2000. – С. 5–9.
12. *Тайлаков У.Н.* Единое информационно-образовательное пространство школы как фактор повышения качества образовательных процессов // Молодой ученый. – 2013. – № 5. – С. 768–772. – Доступно на: <http://www.moluch.ru/archive/52/6805/> (дата обращения: 11.11.2014).
13. *Думчева Н.А.* Информационное образовательное пространство образовательного учреждения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nsportal.ru/shkola/administrirovanie-shkoly/library/2013/06/11/informatsionnoe-obrazovatelnoe-prostranstvo> (дата обращения: 11.11.2014).
14. *Ширшина Н.В.* Информационное образовательное пространство школы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/503319/> (дата обращения: 11.11.2014).
15. Руководителям ОУ. Информационное образовательное пространство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/centrinformaciikgb/rukovoditelam-ou> (дата обращения: 11.11.2014).
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. – С. 40–49.

17. ГОСТ Р ИСО 15704:2008. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия.
18. Прохоров Б.Б. Экология человека. Понятийно-терминологический словарь. – Ростов н/Д, 2005. – Доступно на: http://human_ecology.academic.ru/1779/Среда_окружающая (дата обращения: 11.11.2014).
19. Рац М.В. Экология Природы, или экология Человека? // *Общественные науки и современность*. – 1999. – № 3. – С. 150–160.
20. Экологический портал: <http://www.ecology-portal.ru/publ/11-1-0-702/> (дата обращения: 11.11.2014).
21. Бойко Е.И. Механизмы умственной деятельности. – М.: Педагогика, 1976. – 248 с.
22. Newby G. Metric Multidimensional Information Space // *Text Retrieval Conference*. – Gaithersburg, Maryland, 1996. – 15 с. – Available at: www.petascale.org/papers/newby-trec5.pdf (date access: 11.11.2014).
23. Юридический портал: http://www.jur-portal.ru/work.pl?act=law_read&subact=sudja&id=186967(дата обращения: 11.11.2014).
24. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации. (утв. Президентом РФ 09.09.2000 # Пр-1895). – Доступно на: http://www.rg.ru/oficial/doc/min_and_vedom/mim_bezop/doctr.shtm (дата обращения: 11.11.2014).
25. Зиндер Е.З., Юнатова И.Г. Перспективные архитектуры комплексных образовательных сред // *Современные информационные технологии и ИТ-образование: доиздание избр. трудов V Межд. н.-практич. конф.* 2010 г. – М., 2011. – С. 25–72.
26. Zinder E., Yunatova I. Conceptual Framework, Models, and Methods of Knowledge Acquisition and Management for Competency Management in Various Areas // *Proc. KESW 2013, CCIS 394*. – Berlin: Heidelberg, Springer-Verlag, 2013. – P. 228–241.
27. TOGAF 9.1. Executive Overview [Electronic resource]. – URL: <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/> (date access: 11.11.2014).
28. Зиндер Е.З. Систематический подход к формированию комплексных образовательных информационных систем, основанных на стандартах // *Иностранные языки в дистанционном обучении: материалы III Межд. н.-практич. конф.* – Пермь, 2009. – Том 1. – С. 18–36.
29. Гузик С.В., Зиндер Е.З., Юнатова И.Г. Новая парадигма инжиниринга предприятия и управление соответствием между рабочими процессами и компетентностью их исполнителей // *Сб. трудов XVI конф. «Инжиниринг предприятий и Управление Знаниями»*. – М.: МЭСИ, 2013. – С. 90–100.
30. Тельнов Ю.Ф. Эволюция парадигмы «инжиниринг предприятий // *Сб. трудов XVI конф. «Инжиниринг предприятий и Управление Знаниями»*. – М.: МЭСИ, 2013. – С. 294–298.

Интеллектуализация сервисов открытого образования

В статье представлен подход к нивелированию основных недостатков систем онлайн-обучения, связанных с трудностями объективного контроля знаний студентов. Предлагается метод интеграции в архитектуру образовательного портала модуля, объединяющего нейросети и генетические алгоритмы с целью более качественной обработки трудноформализуемых и неточных данных. Представлены результаты апробации данного подхода, позволившего поднять сервисы онлайн-обучения на новый уровень автоматизации, гибкости и динамичности.

Ключевые слова: открытое образование, вычислительный интеллект, сервисы электронного обучения.

INTELLECTUALIZATION OF OPEN EDUCATION SERVICES

The article presents the approach of leveling of the main drawbacks of online learning systems associated with difficulties of objective monitoring of students' knowledge. This method is based on the integration of the module that combines neural networks and genetic algorithms in the education system architecture with a goal of better examining of incomplete and inaccurate data. There are described the results of this method, which rises e-learning services to a new level of automation, agility and dynamism.

Keywords: open education, computational intelligence, online services.

Введение

Современное образование позволяет человеку учиться непрерывно, постоянно повышать свой профессиональный уровень. Особую важность приобретает умение находить в огромном объеме данных информацию, необходимую для решения конкретной задачи, и интерпретировать ее согласно своим потребностям. Для профессиональной мобильности и творческой активности человеку необходимо иметь доступ к мировым информационным ресурсам и базам знаний. Поэтому сегодня правильно было бы говорить о современном образовании как о smart-образовании. Smart учебный процесс (образование) – учебный процесс с использованием технологических инноваций и интернета, который предоставляет студентам возможность приобретения профессиональных компетенций на основе системного многомерного видения и изучения

дисциплин, с учетом их многоаспектности и непрерывного обновления содержания [1].

Во всем мире набирают популярность порталы, нацеленные на дистанционное обучение – от краткосрочных тренингов до высшего образования. Динамичное развитие рынка онлайн-образования ужесточает установившуюся на нем конкуренцию. Но в сравнении с традиционным подходом такие неоспоримые достоинства онлайн-обучения, как доступность и удобство, заметно снижаются из-за недостатков, основные из которых заключаются в следующем:

- нехватка специалистов для составления курсов, сведение к минимуму обратной связи с учениками и индивидуального преподавательского подхода;
- сложность объективного контроля знаний. Индивидуальную проверку заданий заменяют различные формы тестирования, при этом отсутствуют рекомендации по

изучению материалов на основании результатов контроля;

- сложность объективного оценивания качества обучения. До сих пор не существует универсального определения показателей качества содержания курсов. Из-за отсутствия критериев количественного оценивания характеристик материалов в курс зачастую включаются устаревшие и недостоверные источники. Программа по дисциплине фиксирована либо варьируется самим пользователем.

Один из путей устранения этих недостатков базируется на последних разработках в области искусственного интеллекта. Гибридизация методов интеллектуальной обработки информации – девиз последних лет в области технологий искусственного интеллекта. Сформировалась концепция «мягких вычислений» (soft computing), объединяющая нечеткую логику, нейросети, эволюционные алгоритмы и вероятностные рассуждения.



Нина Викторовна Комлева,
к.э.н., профессор кафедры
математического обеспечения
информационных систем и
инноватики МЭСИ
Тел.: (495) 442-80-98

Эл. почта: nkomleva@mesi.ru
Московский государственный
университет экономики, статистики
и информатики
www.mesi.ru

Nina V. Komleva,
PhD in Economics, Professor,
Department of Information Systems
Software and Innovation, MESI
Tel.: (495) 442-80-98
E-mail: nkomleva@mesi.ru
Moscow State University of Economics,
Statistics and Informatics
www.mesi.ru

В частности, методы нечеткой логики в совокупности с концепцией нейросетей зарекомендовали себя одним из самых эффективных и перспективных инструментов мягких вычислений. Их популярность относительно методов классических разделов математики обусловлена тем, что для решения задач интеллектуальной обработки и анализа данных успешно применяются нейро-нечеткие модели.

1. Основные тенденции развития вычислительного интеллекта

Исследования в области вычислительного интеллекта как инструмента интеллектуализации обработки данных с каждым годом приобретают все большую практическую ценность.

Вычислительный интеллект (computational intelligence, CI) – ответвление искусственного интеллекта и альтернатива его классическим подходам, основанным на строгом логическом выводе. В современном понимании искусственный интеллект (artificial intelligence, AI) – это совокупность методов и инструментов решения сложных прикладных задач, использующих принципы, заложенные в процессах, протекающих в живой или неживой природе (например, в мышлении). CI опирается на эвристические, неточные и приближенные алгоритмы решения задач, зачастую не имеющих решения за полиномиальное время. Он сочетает в себе методы обучения, адаптации, эволюции и нечеткой логики для создания в известной степени интеллектуальных программ.

Таким образом, вычислительный интеллект работает с классом задач из области искусственного интеллекта, но классический AI решает их методами традиционных жестких вычислений, а CI – мягких вычислений.

Мягкие вычисления (soft computing) – это симбиоз вычислительных методологий, коллективно обеспечивающих базу для понимания, конструирования и развития интеллектуальных систем. По срав-

нению с жесткими вычислениями, мягкие вычисления более приспособлены к обработке неточных, неопределенных и неполных данных для достижения удобства манипулирования, робастности, низкой стоимости решения и лучшего согласия с реальностью. Инструментарий CI основан на следующих наиболее активно развивающихся подходах и методах мягких вычислений: нечеткие системы (нечеткие множества, нечеткая логика, нечеткие регуляторы), нейронные сети, эволюционное моделирование (генетическое программирование, эволюционное программирование, генетические алгоритмы), теория хаоса, роевой интеллект, искусственные иммунные системы, гибридные системы (нечеткие нейросети, комбинации генетических алгоритмов и нейросетей).

Вычислительный интеллект дает новый взгляд на статистические методы, примером чему служат нечеткие системы. Нечеткая логика лежит в основе методов работы с неточностью, приближенных рассуждений и вычислений со словами (computing with words). Искусственные нейронные сети, в свою очередь, тесно связаны с машинным обучением. Нейровычисления отражают способность к обучению, адаптации и идентификации. В случае генетических вычислений и роевого интеллекта речь идет о возможности систематизировать случайный поиск и достигать оптимального значения характеристик объекта. Вероятностные вычисления обеспечивают базу для управления неопределенностью и проведения рассуждений, исходящих из свидетельств.

Основой развития вычислительного интеллекта является разработка алгоритмических моделей для решения сложных задач высокой размерности путем моделирования естественных природных систем. Каждая из парадигм CI основана на моделировании реально существующих биологических явлений и свойств. Нейросети зародились как модель фрагментов нервной системы; эволюционные вычисления имитируют естественную эволюцию и используют за-



Ольга Андреевна Хлопкова,
аспирант кафедры математического
обеспечения информационных систем
и инноватики МЭСИ
Тел.: (495) 442-80-98
Эл. почта: perikrone@gmail.com
Московский государственный
университет экономики, статистики
и информатики
www.mesi.ru

Olga A. Khlopko,
Post-graduate Student of the Department
of Software Information Systems and
Innovation, MESI
Tel.: (495) 442-80-98
E-mail: perikrone@gmail.com
Moscow State University of Economics,
Statistics and Informatics
www.mesi.ru

коны генетики; роевой интеллект моделирует социальное поведение колоний организмов; искусственные иммунные системы не были бы построены без биологических прототипов; нечеткие системы возникли в результате исследования взаимодействия организмов с окружающей средой.

Итак, вычислительный интеллект включает в себя следующие основные парадигмы:

- искусственные нейронные сети (нейросети, artificial neural networks);
- нечеткие системы (fuzzy systems);
- эволюционное моделирование (evolutionary modelling);
- роевой интеллект (swarm intelligence).

Кроме того, в рамках вычислительного интеллекта ведутся исследования искусственных иммунных систем (artificial immune systems), теории хаоса (chaos theory), фрактальных преобразований и вейвлетов.

Нейросеть – это распределенный параллельный процессор, состоящий из элементарных единиц обработки информации – нейронов, накапливающих экспериментальные знания.

Нечеткая система – это система с нечеткими: спецификацией параметров, описанием входных и выходных переменных и выводом на основе базы знаний, состоящей из нечетких продукционных правил вида IF (антецедент) THEN (консеквент). Нечеткая система состоит из базы знаний, фаззификатора, функций термов, ядра нечеткого логического вывода и в большинстве случаев дефаззификатора.

Как показывает практика, нечеткое управление дает лучшие результаты в сравнении с получаемыми при помощи классических алгоритмов. Очевидной областью внедрения нечеткой логики являются всевозможные экспертные системы, в том числе: нелинейный контроль и управление в производстве, самообучающиеся системы, системы, распознающие тексты на естественном языке, системы планирования и прогнозирования, опирающиеся на неполную инфор-

мацию, финансовый анализ в условиях неопределенности, управление базами данных, совершенствование стратегий управления и координации действий.

Эволюционное моделирование (ЭМ) – это класс вычислительных методов и алгоритмов поиска, оптимизации и обучения. Концепция эволюционного моделирования основывается на принципах естественного отбора (особи, которые лучше способны решать задачи в своей среде, выживают и репродуцируют), скрещивания (хромосома потомка состоит из частей хромосом предков), мутации (приобретение потомком свойств, отсутствующих у родителей).

К методам ЭМ относятся эволюционные стратегии, эволюционное программирование, генетические алгоритмы и генетическое программирование. Их отличия в основном состоят в способе представления решений и наборе эволюционных операторов.

Генетические алгоритмы (ГА) – оптимизационные методы, основанные на использовании аналогий с процессами естественного отбора и генетических преобразований.

Важным достоинством ГА является его способность манипулировать одновременно большим множеством разнородных параметров-признаков, из которых комбинируется хромосома. ГА обладают высокой помехозащищенностью и робастностью: при снижении надежности входных данных качество их работы снижается очень медленно.

Эволюционные стратегии тоже относятся к эвристическим методам оптимизации, основанным на адаптации и эволюции, но отличаются от ГА реализацией таких шагов алгоритма, как отбор и мутация, а также способом представления генотипа.

Генетическое программирование – автоматическая генерация программ с помощью генетических алгоритмов. Одним из основных вопросов генетического программирования является задание способа кодирования, оптимального для внесения мутации и объединения алгоритмов оператором скрещива-

ния. Способы кодирования можно разделить на прямое кодирование для обработки кода программы в явном виде и косвенное кодирование для обработки правил его построения.

Эволюционное программирование аналогично генетическому программированию, но предполагает, что структура программы фиксирована, изменяются только переменные.

ЭМ применяется для автоматизации решения различных оптимизационных задач науки и техники, изучения и моделирования отдельных процессов естественной эволюции, совершенствования искусственных систем за счет наделения их свойствами адаптивного поведения и самоорганизации.

Роевой интеллект (swarm intelligence) описывает коллективное поведение многоагентной децентрализованной самоорганизующейся системы. Методы роевого интеллекта схожи с эволюционными вычислениями и основываются на моделировании социального поведения живых организмов. В задачах численной оптимизации применяются роевые алгоритмы (particle swarm optimization, PSO), в задачах комбинаторной оптимизации – муравьиные алгоритмы (ant colony optimization, ACO). Известны алгоритмы, имитирующие поведение пчел, рыб, птиц и других социальных организмов.

Алгоритмы роевого интеллекта отличаются простотой реализации и могут быть использованы для формирования поведения множества мобильных роботов – агентов системы. На основе данных алгоритмов производится позиционирование агентов в пространстве и прокладывание их оптимальных маршрутов к заданным целям.

Между методами эволюционного моделирования и роевого интеллекта прослеживается сходство. Например, PSO напоминает ЭА тем, что оба подхода основаны на популяциях и вычислении функций приспособленности для каждой особи. Корректировка частиц в PSO схожа с оператором скрещивания, используемым в ЭА.

Тем не менее PSO имитирует именно социальное поведение, а не выживание наиболее приспособленных особей. Другим важным различием является способность частиц извлекать пользу из предыдущего опыта, в то время как ЭА подобных механизмов не предусматривает. Кроме того, по сути роевые алгоритмы являются непрерывными, в то время как ГА в общем случае считаются дискретными.

Методы вычислительного интеллекта чрезвычайно разнообразны и многое позаимствовали из биологии, нейрофизиологии, генетики, социологии и психологии.

Специфика CI состоит в том, что они используют вероятностные, а не детерминированные правила генерации решений, позволяют накапливать и использовать знания о пространстве поиска и, следовательно, проявляют способность к самообучению.

На протяжении всей истории вычислительного интеллекта закономерно прослеживается консолидация его методов. Так, в настоящее время термины «эволюционное программирование», «эволюционные стратегии», «генетические алгоритмы» и «генетическое программирование» рассматриваются как частные ответвления общего подхода «эволюционного моделирования», иногда называемого «эволюционными вычислениями». Нейросетевые системы все чаще интегрируются с алгоритмами нечеткого вывода, генетическими алгоритмами или методами роевого интеллекта. Это позволяет повысить скорость и качество обучения нейросетей, сделать их более динамичными и надежными.

Особенную популярность получили гибриды нейросетей с нечеткими системами и эволюционными вычислениями: нейро-нечеткие регуляторы, COGANN (Combinations of genetic algorithms and neural networks) и т.д. Одним из первых применений роевого алгоритма (particle swarm optimization, PSO) стало именно обучение нейросетей.

В случае гибридизации PSO и генетических алгоритмов (ГА)

чаще всего заимствуется популяция из одного алгоритма и используется в качестве начальной популяции для другого, в частности при снижении скорости роста приспособленности. Сочетание НС и ГА все чаще применяется в предметных областях, где отсутствует физическое или статистическое понимание системы, наблюдается большой статистический разброс входных данных и нелинейность механизма их обобщения.

На данный момент технология последовательных вычислений подошла к пределу своих технических возможностей. Не удивительно, что исследования вычислительного интеллекта переживают очередной подъем: многие методы CI оперируют атомарными объектами для создания гибкой динамичной структуры. Так, нейроны – это примитивные процессоры, которые составляют базу нейросети любой размерности и топологии. Популяции в ГА состоят из особей; роевой интеллект оперирует отдельными частицами (particles), являющимися потенциальным решением задачи.

2. Интеграция COGANN в сервисы онлайн-обучения

Сервисы онлайн-обучения оперируют трудноформализуемыми и неточными данными, среди которых, например, качество и актуальность материалов, корреляция между содержимым различных курсов, текущий уровень знаний по дисциплине, вероятность самостоятельного прохождения теста и т.д. Механизм обобщения таких данных не является линейным, и в качестве инструмента их обработки могут выступать методы COGANN (Combinations of genetic algorithms and neural networks).

Сервисы портала онлайн-образования функционируют в условиях ограниченной и неполной информации, а накапливаемая статистика носит стохастический характер. Концепция COGANN имеет высокий потенциал как средство автоматизации работы такой сложной динамической системы.

Обобщенная архитектура портала онлайн-обучения с интег-

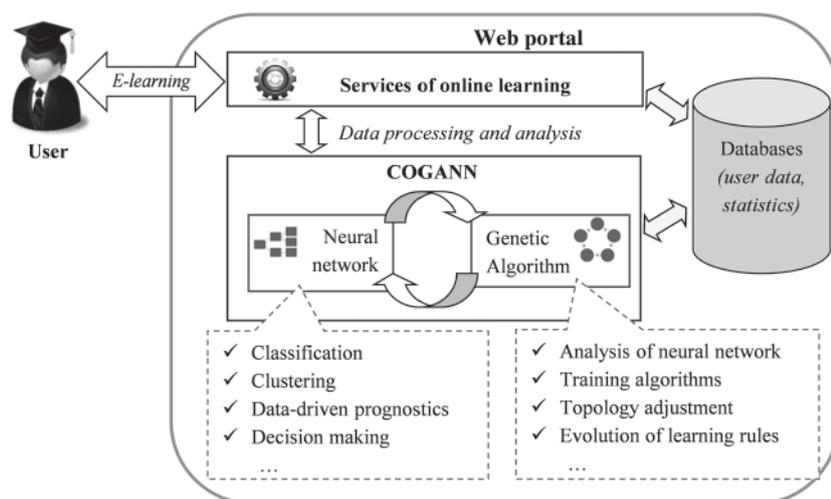


Рис. 1. Модель архитектуры портала онлайн-обучения

рированными в него сервисами COGANN представлена на рис. 1.

Данная модель была реализована и прошла успешные испытания в рамках разработки информационно-аналитической системы НИФИ. Модуль, инкапсулирующий методы COGANN, представлен в виде веб-сервиса. Преимущества сервис-ориентированного подхода (такие как низкая связанность и независимость от платформы) в данном случае играют особую роль, так как позволяют быстро и с минимальными затратами интегрировать модуль в систему.

Как показали практические испытания, использование COGANN привносит адаптивность в онлайн-обучение и предоставляет множество новых возможностей, некоторые из которых:

- анализ статистики по portalу для выявления наиболее востребованной информации, модификации структуры и содержания онлайн-курсов. В рекомендательном порядке формируются и ранжируются по различным критериям списки материалов, подлежащих удалению, корректировке или перемещению между курсами;

- анализ активности пользователя для составления списков материалов для факультативного изучения, изменения уровня сложности контрольных работ, формирования дополнительных разделов дисциплин, модификации проверочных заданий;

- прогнозирование действий пользователя на основании его пре-

дыдущей активности для составления рекомендаций и оптимизации процесса обучения. Такой подход позволяет повысить эффективность обучения и избавить пользователя от рутинных действий;

- динамическое управление процессом тестирования. Если пользователь дает быстрые и правильные ответы, имеет смысл повысить сложность заданий или скорректировать их направленность в рамках темы тестирования. Данный метод повышает точность оценивания знаний и определения пробелов в обучении;

- заключение о степени самостоятельности работы пользователя во время тестирования на основании анализа разнообразных статистических данных.

Перечисленные задачи, сводящиеся к кластеризации, прогнозированию и управлению, эффективно решаются с помощью нейросетей различной топологии: самоорганизующихся карт Кохонена, сетей Хопфилда, нечетких нейросетей, гибридных моделей и т.д.

Например, формирование ряда показателей, косвенно свидетельствующих о самостоятельности прохождения контрольных заданий, реализуется с применением соревновательных нейросетей с обучением без учителя. В то время как формирование рейтинга курсов и учебных материалов может осуществляться нечеткой нейросетью TSK (Takagi-Sugeno-Kanga), для

обучения которой принято использовать гибридный алгоритм.

Обширная статистика развивающихся порталов подходит для них в качестве обучающей выборки и позволяет избежать временных затрат на ручное составление данных. Но для эффективности обучения нейросетей необходимо, чтобы этот процесс был простым и доступным для администраторов портала.

Он автоматизируется за счет применения генетических алгоритмов. Кроме того, даже располагая статистической информацией, необходимо произвести ее преобработку для адекватного обучения и функционирования нейросети. Генетические алгоритмы позволяют выбрать доминантные признаки для формирования полной и непротиворечивой обучающей выборки, которые оказывают наибольшее влияние на вывод НС.

3. Результаты эксперимента

Применение в совокупности с нейросетями генетических алгоритмов не только повышает представительность обучающего множества и эффективность нейросетевого вывода. Генетические алгоритмы также нивелируют ряд закономерных в рамках парадигмы нейросетей проблем: локального оптимума, «паралича» нейросети, переобучения, скорости сходимости итеративных градиентных алгоритмов обучения и т.д.

В реальных условиях эксплуатации параметры портала как исследуемой среды постепенно изменяются во времени. Но динамическая структура входных данных накладывает требование динамичности и на модель обработки: нейросеть должна подстраивать архитектуру и топологию под внешние условия.

Генетические алгоритмы, общие для нейросетей различных архитектур, имеют преимущество как наиболее универсальный способ обучения. Для их использования не требуется информация о характеристиках функции, экстремум которой необходимо найти. При решении практической задачи оптимизации работы сервисов он-

лайн-обучения эти сведения не известны, и вместо них доступны статистические или стохастические данные, хранящиеся на портале.

Генетические алгоритмы уточняют параметры и топологию нейросети на этапе функционирования, повышают надежность ее вывода, при необходимости оптимизируют правила обучения. Следует подчеркнуть, что они способны значительно расширить функциональность нейросети привнесением в ее работу большей гибкости и динамичности.

Заключение

История вычислительного интеллекта как ответвления AI насчитывает более полувека. За это время интерес к СИ волнообразно спадал и нарастал, что можно проследить по этапам его становления, от зарождения в 1950-х гг. вплоть до современности. К сегодняшнему дню СИ считается самостоятельным научным направлением. Он накопил богатый арсенал инструментов, а его теоретическая база и области практического применения продолжают интенсивно расширяться.

Методология вычислительного интеллекта представляет совокупность принципов, подходов, концепций и конкретных методов, а также

методик. Исследования СИ ведутся по следующим наиболее значимым направлениям: нечеткие системы (нечеткие множества, нечеткая логика, нечеткие регуляторы), нейронные сети, эволюционное моделирование (генетическое программирование, эволюционное программирование, генетические алгоритмы), теория хаоса, роевой интеллект, искусственные иммунные системы, гибридные системы (нечеткие нейросети, комбинации генетических алгоритмов и нейросетей).

Как и в любой науке, многие области исследований СИ пересекаются. Взаимосвязь между различными направлениями СИ выражена особенно сильно и породила новое направление: гибридизацию методов вычислительного интеллекта.

Гибридизация вместе с вовлечением в исследования многих предметных областей, имеющих скорее практическое отношение к AI, чем фундаментальное, наделяют СИ системы уникальными свойствами. К ним относятся адаптивность, обучаемость, робастность и универсальность.

Ежегодно возрастающий интерес к вычислительному интеллекту объясняется множеством актуальных областей его применения, среди которых распознавание речи и образов, машинный перевод, авто-

матическое доказательство теорем, аппроксимация функционалов, прогнозирование на биржевом рынке, управление бизнес-процессами, построение самообучающихся систем поддержки принятия решений.

Разумное и обоснованное использование вариаций сочетания нейросетей и генетических алгоритмов в целом повышает технический уровень и качество вычислительных работ. Как подтвердила практическая эксплуатация, системы онлайн-обучения являются целесообразной областью применения методов COGANN.

Интеллектуальные модули портала электронного обучения снижают необходимость вмешательства эксперта в процесс обучения, автоматизируют функции, традиционно возлагающиеся на преподавателя. Они избавляют администраторов от рутинной и трудоемкой работы, связанной с обработкой статистики и корректировкой проверочных заданий. Благодаря внедрению таких модулей заметно сокращаются затраты ресурсов на принятие решения об обработке контента.

Интеграция COGANN в сервисы онлайн-обучения открывает новые перспективы в совершенствовании процесса дистанционного образования и выводит его на новый уровень интеллектуализации.

Литература

1. Россия на пути к Smart-обществу: монография / под ред. проф. Н.В. Тихомировой, проф. В.П. Тихомирова. – М.: НП «Центр развития современных образовательных технологий», 2012.
2. Тельнов Ю.Ф., Третьяков В.М. Интеллектуальные информационные системы. – М.: МЭСИ, 2010. – 222 с.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М: Горячая Линия – Телеком, 2008. – 452 с.
4. Емельянов С. Искусственный интеллект и принятие решений. Выпуск 1. – М.: ИСА РАН, 2013. – 88 с.
5. Горяшко А.П., Комлева Н.В. Образование на основе компетенций в открытых информационных средах: алгоритмы принятия решений // Высшее образование в России. Научно-педагогический журнал Министерства образования и науки РФ. – 2011. – № 8–9. – С. 78–84.
6. Комлева Н.В. Модели и инструменты инновационного развития образования в открытой информационной среде: монография. – М.: МЭСИ, 2013. – 199 с.
7. Комлева Н.В., Хлопкова О.А. Обработка контента в информационных средах на основе нейро-нечеткой модели принятия решений // Экономика, статистика, информатика. Вестник УМО. Научно-практический журнал. – 2013. – № 5. – С. 188–192.
8. Комлева Н.В. Моделирование процесса создания открытых электронных образовательных ресурсов // Открытое образование. Научно-практический журнал. – 2013. – № 6. – С. 24–30.
9. Комлева Н.В. Интеллектуальные технологии в совершенствовании научно-исследовательской работы в системе научных институтов и центров финансового сектора // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. Научно-практическое издание. – 2013. – № 3. – С. 145–150.
10. Комлева Н.В., Хлопкова О.А. Технология мягких вычислений в автоматизации обработки данных на примере информационно-аналитической системы НИФИ Минфина России // Ценности и интересы современного

- общества (секция «Современные парадигмы информационных технологий в развитии общества»): материалы Международной научно-практической конференции 29 октября 2013 г. – М.: МЭСИ, 2013.
11. *Комлева Н.В.* Открытые образовательные ресурсы, их адаптация и повторное использование // Информационные технологии в образовательном процессе современного университета: теоретические и методические аспекты / под ред. к.т.н. С.В. Федосеева, к.э.н. Н.В. Комлевой. – М.: МЭСИ, 2014. – С. 33–54.
12. *Andreichicov, A.V., Andreichicova, O.N.* New Paradigms of Decision-Making. – Halifax, Canada: Management Science Division, 2003. – P. 28–34.
13. *Haykin S.* Neural networks and learning machines. – Hamilton, Ontario, Canada: Pearson Prentice Hall, 2009.
14. *Holland J.* Evolutionary computation: Building blocks, cohort genetic algorithms, and hyperplane-defined functions. Massachusetts Institute of technology, 2000.
15. *Komleva N.* Innovative information environment for enriching education quality // Int. J. Foresight and Innovation Policy. – 2010. – Vol. 6, No. 4.

Системный подход к организации электронного обучения в классическом университете

Рассматривается модель организации электронного обучения в классическом университете. Определяются основные этапы этого процесса с учетом современных трендов в развитии электронного обучения. Введение системы электронного обучения в образовательную практику крупного университета – длительный и сложный процесс, организация которого требует комплексного подхода, включающего несколько этапов, представленных в статье.

Ключевые слова: электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, электронная информационно-образовательная среда, массовые открытые онлайн-курсы, социальные сети, веб 2.0, смешанное обучение.

SYSTEM APPROACH TO ORGANIZATION OF E-LEARNING IN A CLASSICAL UNIVERSITY

In the article the authors considered a model of e-learning organization in a classical university. The article defines main stages of this process in light of modern tendencies in e-learning. It presents introduction of e-learning system to educational practice of a large university as a long and complex process which requires a comprehensive approach in its organization that includes several stages.

Keywords: e-learning, social networks, web 2.0, massive open online courses, blended learning.

В условиях информационно-го общества все больше внимания уделяется развитию непрерывного образования, которое позволяет решить многие проблемы, связанные с формированием новой информационной культуры, с изменением парадигмы образования, сфокусированной на развитии креативной личности, ее творческого потенциала, на переходе от усвоения готового знания к проектной, поисковой деятельности. Переход к непрерывному, открытому образованию является одним из способов решения противоречий между развивающейся культурой и традиционным способом образования человека. В XXI в. неграмотным называют не того, кто не умеет писать или читать, а того, кто не готов постоянно учиться новому или переучиваться, если того требуют обстоятельства

[1]. Серьезным помощником в этом становится электронное обучение (electronic learning, e-learning, далее – ЭО), позволяющее университетам обеспечить растущий глобальный спрос на образовательные услуги.

В последние годы ЭО становится неотъемлемой составляющей образовательного процесса в вузах и используется во всех формах обучения. Применение ЭО позволяет повысить качество образования за счет использования быстро пополняющихся мировых образовательных ресурсов и за счет того, что при использовании элементов электронного обучения и дистанционных образовательных технологий увеличивается доля самостоятельной работы студентов при освоении материала. Особенно актуальным ЭО стало в условиях введения федеральных государственных

образовательных стандартов нового поколения и связанного с этим сокращения объемов аудиторной работы, увеличения и расширения форм самостоятельной работы студентов, для организации которой ЭО открывает новые возможности.

Введение системы ЭО в образовательную практику классического университета – длительный и сложный процесс, организация которого требует системного подхода, включающего:

- создание инфраструктуры;
- создание и развитие технических, технологических, организационно-методических условий для внедрения ЭО;
- кадровое обеспечение процесса разработки, внедрения и сопровождения автоматизированных систем управления учебным процессом;

¹ Работа выполняется в рамках Программы повышения конкурентоспособности ТГУ, 2014 год.



Олеся Мирославовна Бабанская,
канд. физ.-мат. наук, начальник
научно-методического отдела
Института дистанционного
образования
Тел.: (3822) 52-94-94
Эл. почта: babanskaya@ido.tsu.ru
Национальный исследовательский
Томский государственный
университет
www.tsu.ru

Olesya M. Babanskaya,
Candidate of Physico-mathematical
Sciences, head of Scientific Department
of Institute of Distance Education
Tel.: (3822) 52-94-94
E-mail: babanskaya@ido.tsu.ru
National Research Tomsk State
University
www.tsu.ru

• исследовательскую работу, направленную на изучение возможностей информационных технологий, применяемых в учебном процессе, адаптацию новых технологий к условиям вуза, исследование психолого-педагогических, эргономических и других аспектов введения ЭО;

• научно-методическую работу по новым образовательным технологиям и внедрению их в учебный процесс, разработку методик;

• подготовку и систематическую поддержку преподавателей;

• систему мотивации преподавателей и студентов для работы в ЭО;

• разработку электронных образовательных ресурсов и автоматизированных средств поддержки учебного процесса;

• мониторинг результатов обучения и качества процессов.

В Национальном исследовательском Томском государственном университете в рамках выполнения мероприятия «Развитие электронного обучения и дистанционных технологий, в том числе создание интернет-лицей» Программы повышения конкурентоспособности ТГУ в 2013 г. во все формы обучения по основным образовательным и дополнительным профессиональным программам введено электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Целями выполнения данного проекта являются:

• формирование информационной культуры студентов и преподавателей;

• создание интеллектуального портфеля программ, обеспечивающих международную конкурентоспособность;

• внедрение в ТГУ новых образовательных программ совместно с ведущими иностранными и российскими университетами и научными организациями.

Процесс внедрения ЭО в Национальном исследовательском Томском государственном университете прошел несколько этапов.

1-й этап: создана электронная информационно-образовательная среда вуза (совокупность электронных информационных и образовательных ресурсов, информацион-

ных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технических и технологических средств, обеспечивающая освоение обучающимися образовательных программ или их частей, а также взаимодействие всех субъектов ЭО).

Для организации электронного обучения и развития международных программ с применением дистанционных образовательных технологий в Томском государственном университете используются две платформы: система дистанционного обучения «Электронный университет» (<http://edu.tsu.ru>), внедренная в учебный процесс дополнительного образования с 2003 г., а также СДО «Электронный университет – Moodle» (<http://moodle.tsu.ru>), внедренная в учебный процесс с сентября 2013 г., в которой разрабатываются электронные учебные курсы, используются автоматизированные способы оценки результатов обучения, основанные на балльно-рейтинговой системе.

Для создания электронных образовательных ресурсов и их отдельных элементов (демонстрационных материалов, интерактивных объектов, инструментов обратной связи и коммуникации, платформ для создания сетевых сообществ) используются облачные сервисы интернета, а также конструктор ресурсов, интегрированный в СДО «Электронный университет».

Для организации и реализации учебного процесса преподавательский состав ТГУ использует социальные медиа, такие как ВКонтакте и Facebook и другие социальные сети, а для создания учебного контента и организации педагогической коммуникации – сервисы и технологии веб 2.0, такие как Blogger.com (платформа для создания образовательных блогов), Drive.google.com (редактор офисных документов и организации совместной удаленной работы), Maps.google.ru (источник карт и изображений местности), iit.ru (специально обученные виртуальные собеседники), Timerime.com (конструктор лент времени), Mindomo.com и imindmap.com (сервисы создания ментальных карт) [2]. Данные сервисы интегрируются с СДО «Элек-



Галина Васильевна Можаяева,
канд. ист. наук, заведующая
кафедрой гуманитарных проблем
информатики, директор Института
дистанционного образования
Тел.: (3822) 52-95-79
Эл. почта: mozhaeva@ido.tsu.ru
Национальный исследовательский
Томский государственный
университет
www.tsu.ru

Galina V. Mozhaeva,
Candidate of Historical Sciences,
head of Department of Humanitarian
Informatics, director of Institute of
Distance Education
Tel.: (3822) 52-95-79
E-mail: mozhaeva@ido.tsu.ru
National Research Tomsk State
University
www.tsu.ru

тронный университет – Moodle» и позволяют разнообразить формы представления электронных материалов и способы образовательного взаимодействия обучающихся с преподавателями.

Применение социальных сервисов и технологий позволяет реализовать ряд существенных для современной образовательной парадигмы тенденций, связанных с переходом от потребления знания к его производству; от авторитарности к прозрачности учебного процесса, когда «выполненные работы студентов хранятся в системе, что позволяет избежать субъективных и авторитарных оценок деятельности студента»; «от эксперта к помощнику», когда преподаватель превращается в одного из соавторов учебного материала, создаваемого коллективно командой разработчиков или с участием студентов; «от лекции к беседе», в которой доминирует индивидуальное, более личностное общение с каждым студентом; от «обучения о чем-то» к «обучению, как делать»; от «доступа к информации» к «доступу к людям», что обеспечивается режимами консультаций, личных сообщений, системой поддержки электронного обучения [3].

Для проведения занятий в режиме онлайн в ТГУ используется программное обеспечение Adobe Connect как инструмента коммуникации в режиме реального времени создания электронного обучающего видеоконтента. Функция записи занятий, проводимых в режиме вебинара, позволяет создавать, редактировать, хранить и обеспечивать доступ к видеофрагментам лекционных занятий, практических и лабораторных работ.

2-й этап: разработаны локальные регламентирующие ЭО документы (Положение об электронном обучении и дистанционных образовательных технологиях, распоряжение ректора «О введении электронного обучения и дистанционных образовательных технологий во все формы обучения по основным образовательным и дополнительным профессиональным программам», распоряжение ректора «О назначении ответственных за

внедрение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в подразделениях Томского государственного университета», Порядок регистрации и проведения экспертизы электронных учебных курсов и др.) [4].

3-й этап: создана организационная структура ЭО с определением ответственных за развитие ЭО в вузе на разных уровнях управления (вуз – факультет – кафедра), в состав которой входят администрация, Институт дистанционного образования (подразделение, курирующее ЭО), методический совет по дистанционному обучению, экспертные советы по электронным образовательным ресурсам, учебное подразделение (факультет), экспертные (учебно-методические) комиссии по ЭО на факультетах, кафедра, ответственные за ЭО в учебных подразделениях. Все подразделения университета, образующие структуру ЭО, обеспечивают условия для коммуникации, обмена опытом и взаимной поддержки между всеми участниками ЭО университета. Для осуществления учебного процесса ЭО распределены обязанности и функции между подразделениями университета.

4-й этап: организовано обучение сотрудников университета, участвующих в ЭО. Для эффективной и качественной разработки электронных учебных курсов (ЭУК), во-первых, организованы и проводятся семинары и курсы повышения квалификации руководителей учебных подразделений и преподавателей, во-вторых, разработана и организована программа повышения квалификации «СДО Moodle в учебном процессе кафедры», в-третьих, организована система онлайн и офлайн консультационной поддержки преподавателей университета для разработки курсов. Проведение данных мероприятий обусловлено тем, что разработка ЭУК является важным и существенным этапом в реализации данного проекта.

5-й этап: организована методическая поддержка электронного обучения. Разработаны видеоинструкции для преподавателей по работе в системе «Электронный уни-



Всеволод Андреевич Сербин,
*ассистент кафедры гуманитарных
 проблем информатики*
 Тел.: (3822) 52-94-94
 Эл. почта: serbin@ido.tsu.ru
 Национальный исследовательский
 Томский государственный
 университет
 www.tsu.ru

Vsevolod A. Serbin,
*assistant of Department of Humanitarian
 Informatics*
 Tel.: (3822) 52-94-94
 E-mail: serbin@ido.tsu.ru
 National Research Tomsk State
 University
 www.tsu.ru

верситет – Moodle», рекомендации и инструкции для преподавателей по созданию и редактированию курса, инструкции для студентов.

6-й этап: разработка электронных учебных курсов в СДО «Электронный университет – Moodle», предоставляющая возможность социального взаимодействия участников учебного процесса: вики, блоги, форумы различных типов, поддержка мобильных устройств. Все разрабатываемые ЭУК имеют следующие особенности:

- информация о курсе в соответствии с учебным планом и его авторе(ах);
- соответствие структуры и контента электронного курса ФГОС и УМК соответствующей дисциплины;
- коммуникация с обучающимися, применение активных методов обучения;
- методические указания по изучению курса (модуля) и подготовке к различным видам занятий;
- дидактические материалы для самоконтроля, текущего контроля знаний и промежуточной аттестации.

Все разработанные ЭУК заносятся в единую базу данных электронных ресурсов университета, которая представлена на образовательном портале «Электронный университет».

7-й этап: организована экспертиза электронных учебных курсов. Внедрение ЭУК, прошедшего экспертизу, является показателем результативности профессиональной деятельности преподавателя вуза.

Главная цель экспертизы – установление степени соответствия структуры и контента ЭУК федеральным государственным образовательным стандартам и учебно-методическим комплексам (УМК) соответствующих дисциплин [5].

Ключевые этапы экспертизы ЭУК в ТГУ сосредоточены в рамках отдельного факультета. Как показывает практика, данный принцип организации является наиболее эффективным и оптимальным по следующим причинам. Во-первых, именно экспертные (учебно-методические) комиссии факультетов имеют возможность оценить

ЭУК с точки зрения специфики учебной дисциплины. Как показывает опыт, контент гуманитарных, естественно-научных и физико-математических направлений существенно отличается по вполне понятным и объективным причинам. Во-вторых, локализация основного этапа экспертизы непосредственно «на местах» позволит увеличить показатели профессиональной деятельности как на факультете в целом, так и отдельного преподавателя. Объективность и независимость экспертных заключений учебно-методических комиссий факультетов контролирует Институт дистанционного образования, который является последней инстанцией в процедуре экспертизы ЭУК. Однако в рамках проведения внутриуниверситетских конкурсов по электронному обучению создаются независимые экспертные комиссии и экспертные советы.

8-й этап: разработана система мер стимулирования труда преподавателей, включающая:

- выплаты преподавателям за разработку ЭОР;
- стимулирующие надбавки ответственным за электронное обучение за интенсивность и высокие результаты работы;
- выплаты преподавателям, чьи курсы прошли положительную экспертизу, а также стали победителями внутриуниверситетского конкурса по отбору электронных учебных курсов по гуманитарному, естественно-научному и физико-математическому направлениям;
- премии ТГУ за высокие достижения в развитии электронного обучения.

9-й этап: организован мониторинг результатов электронного обучения и качества процессов. В электронном обучении ТГУ используется система мониторинга (педагогический контроль в форме опросов и анкетирования, академическая активность обучающихся, частота обращения к электронным ресурсам, менеджмент качества обучения, степень проработанности учебного материала), встроенная в используемые СДО, а также системы контент-анализа письменных работ обучающихся («Ан-



Артем Викторович Фещенко,
заведующий лабораторией
компьютерных средств обучения
Института дистанционного
образования
Тел.: (3822) 52-94-94
Эл. почта: fav@ido.tsu.ru
Национальный исследовательский
Томский государственный
университет
www.tsu.ru

Artem V. Feshchenko,
head of Laboratory of Computer Training
Resources of Institute of Distance
Education
Tel.: (3822) 52-94-94
E-mail: fav@ido.tsu.ru
National Research Tomsk State
University
www.tsu.ru

типлагиат» и другие) для определения степени самостоятельности выполнения задания (в каждом учебном подразделении назначены сотрудники, ответственные за работу с антиплагиатом). Анализ полученных данных позволяет оценивать индивидуальную динамику образовательных результатов каждого обучающегося и проводить диагностику качества электронного обучения в вузе.

Кроме того, два раза в год ответственные за ЭО представляют в Институт дистанционного образования журнал мониторинга ЭО, который включает количество разработанных и внедренных в учебный процесс ЭУК, количество студентов, зачисленных на курс, количество преподавателей, прошедших обучение по программе повышения квалификации «СДО Moodle в учебном процессе кафедры», количество курсов, прошедших экспертизу, а также план учебного подразделения по развитию электронного обучения.

10-й этап: организована разработка открытых онлайн-курсов [6]. Реализация данного этапа развития ЭО в университете включает следующие периоды: разработку, режиссуру, видеопроизводство, публикацию, рекламную кампанию, техническое и методическое сопровождение курсов.

Курсы в формате MOOK [7, 8] предназначены для проведения университетом интерактивного удаленного учебного процесса, включающего тематически связанные лекции, проверочные задания и тесты, постоянное общение преподавателя и студентов на специализированной интернет-площадке, проведение финального экзамена для определения лучших студентов и дальнейшего взаимодействия с ними.

Для разработки курсов созданы команды из преподавателей, практиков и ученых университета. Режиссурой, видеопроизводством курсов занимается телевизионный вещательный центр университета, рекламная кампания курсов проводится сотрудниками Института дистанционного образования, а также привлеченными студентами-волонтерами. Публикация, техническое и методическое сопровождение кур-

сов происходит на специализированной интернет-площадке MOOK.

На данный момент разработаны первые два курса в формате MOOK. «Зарисовки о Сибири. Город Томск» – это курс изучения русского языка, разработан филологами и ориентирован на знакомство слушателей с историей и культурным наследием Томска. Тематика курса предполагает развитие лингвистической, лингвострановедческой и культурологической компетенций. Курс может быть интересен иностранным гражданам, которые хотят совершенствовать русский язык; нашим соотечественникам, проживающим сейчас не в России; преподавателям русского языка как иностранного.

Второй курс «Гениальность. Одаренность. Посредственность» разработан ведущими учеными и специалистами-практиками в области психологии и имеет прикладное значение, направлен на изучение психологии интенсификации творческой жизни, на психологическое обоснование (восстановление оснований) практик идентификации, помощи в переживании кризисов, реализации и сбережения человеческого, личностного потенциала. Курс может быть полезен как профессиональным психологам, так и специалистам, деятельность которых включает аспект одушевления, одухотворения, понимания и творчества повседневности, а в своей базовой части всем интересующимся. Главная цель данного курса – феноменологическое описание гениальности, одаренности и посредственности как специфических измерений человеческой жизни. Главная мысль этого курса: гениальность, одаренность и посредственность – это различные (перпендикулярно направленные) по отношению друг другу измерения человеческого бытия. Их следует изучать в согласованности проявлений. Вместе они создают пространство творческой жизни, а взятые по отдельности – травмирующие, опустошающие и истощающие человека формы тревоги.

Кроме того, в университете объявлен внутриуниверситетский конкурс по отбору педагогических сце-

нариев курсов в формате MOOC, основными задачами которого являются:

- определение приоритетов в обеспечении национальных и региональных потребностей в открытых электронных курсах;
- создание открытых электронных курсов в формате MOOC по востребованным работодателями и региональными рынками труда направлениям подготовки;
- вовлечение преподавателей университета в работу по созданию учебного контента в новом формате MOOC, конкурентоспособного на международном рынке образовательных услуг;
- распространение лучших практик и интеллектуального капитала профессорско-преподавательского состава университета;
- увеличение количества русскоязычных и иностранных студентов, проходящих обучение на открытых онлайн-курсах университета.

Данная современная технология создания онлайн-курсов в формате MOOC может быть использована при работе со студентами, а также в системе дополнительного образования, позволяет университету, с одной стороны, включаться в систему глобального образования и работать со студентами всего мира, с другой стороны, курсы выступают как эффективный маркетинговый инструмент для привлечения талантливой и одаренной молодежи для обучения в университете.

Таким образом, новые педагогические технологии и инструменты позволяют создать принципиально новую оболочку для учебного материала, отвечающего тенденциям времени.

Однако, на наш взгляд, информационные технологии и ЭО не смогут полностью заменить традиционную форму обучения, вытеснить педагога из образования. Они призваны изменить характер взаимодействия преподавателя и студента, их роли в учебном процессе. При ЭО преподаватель вместо транслятора готового знания превращается в консультанта, тьютора, помогающего студенту выстроить индивидуальную траекторию обучения, научить его добывать зна-

ния. Студенты, в свою очередь, из пассивных потребителей образовательного продукта превращаются в активных участников процесса создания и накопления новых знаний.

Основанное в значительной степени на самостоятельной работе, личной активности, построении собственной образовательной траектории, ЭО и онлайн-образование требуют от студента высокой мотивации и учебной дисциплины, умения работать самостоятельно, что тоже ставит под сомнение предположение о вытеснении традиционного обучения электронным.

Кроме того, современные технологии не могут полностью заменить живое общение студента с преподавателем (по крайней мере, пока), проведение ряда практических занятий, требующих очного присутствия участников образовательного процесса в аудитории. Поэтому наиболее эффективным и перспективным в мировой практике считается *blended learning* – так называемое смешанное (или комбинированное) обучение, основанное на сочетании принципов и технологий ЭО и традиционных аудиторных занятий [9, 10]. При этом комбинированное обучение также становится все более разнообразным, предполагая проведение одновременных занятий для распределенной аудитории, когда часть студентов находится в обычной аудитории с преподавателем, часть подключается к занятию в режиме онлайн (вебинар, видеоконференция, скайп) с домашних компьютеров или из удаленной аудитории. Более того, часть студентов, которая по разным причинам не смогла участвовать в занятии онлайн, при таком обучении получает возможность изучить материал с помощью технологий офлайн – через систему дистанционного обучения, получив доступ к учебным материалам, видеозаписи вебинара, практическим заданиям и др. Смешанное обучение предполагает организацию самостоятельной работы студентов через массовое использование электронных курсов, разработанных в различных средах, виртуальных и удаленных лабораторных комплексов, систем дистанционно-

го обучения, социальных сетей и сервисов веб 2.0 и др., частичное перенесение отдельных видов занятий в виртуальную электронную среду, организацию в ней проектной деятельности.

Оценивание результатов ЭО, как правило, происходит на основе тестирования, экзамена, но могут применяться и механизмы горизонтальной оценки, когда одни студенты сами включаются в процесс оценивания через критические отзывы на работы других студентов и анализ этих отзывов, а преподаватель анализирует эти оценки. Горизонтальная оценка позволяет перейти границы привычных форм и дает студентам возможность более подробно обсудить содержание учебных курсов.

Процесс внедрения ЭО в классическом университете усложняется большой долей гуманитарных направлений подготовки, преподаватели которых зачастую крайне критично настроены по отношению к процессам информатизации в целом и неохотно обращаются к информационным технологиям. Вместе с тем в последние годы появился ряд дополнительных внешних и внутренних стимулов к внедрению ЭО: нормативное регулирование ЭО, политика государства, развитие информационной культуры и ИКТ, академической мобильности, введение новых федеральных государственных образовательных стандартов, предусматривающих сокращение объемов аудиторной работы и расширение форм самостоятельной работы студентов (СРС), и др.

Массовое внедрение ЭО в вузах существенно ускоряет развитие мобильных и планшетных технологий (M-Learning), которые основаны на использовании в учебном процессе и коммуникации портативных устройств (мобильных телефонов, смартфонов, планшетов) и беспроводных каналов связи (WAP, GPRS, Wi-Fi). Мобильные технологии открывают доступ к образовательным ресурсам в любое время и в любом месте; важной их особенностью является их «подготовленность» к созданию индивидуального образовательного маршрута: выбора учебного контента с учетом персональных интересов.

Мобильное обучение не является прямым следствием использования социальных сервисов в образовании, но тесно с ними связано. Появление портативных устройств способствовало повышению популярности социальных сетевых сервисов и вовлеченности пользователей в них. Владельцы смартфонов и планшетов стали проводить в социальных сетях еще больше времени, проявляя большую активность. Поэтому сочетание мобильных и социальных технологий в образовании позволяет последнему эффективнее и оперативнее отвечать запросам современного поколения учащихся, связанных с доступностью знаний, удобством их получения и актуальностью [11, 12].

Интеграция мобильных и социальных технологий открывает перед электронным обучением новые возможности, например в виде тех-

нологий дополненной реальности, которые позволяют накладывать информацию поверх изображения реального мира и предоставляют новые способы получения доступа к данным в сети Интернет в учебном процессе. Возможности данных технологий позволяют реализовывать создание игровых образовательных проектов, в которых реальное положение объектов изучения объединяется с виртуальным игроком и виртуальным сценарием. Также технологии дополненной реальности обеспечивают поиск объектов определенного типа и их идентификацию при наведении на них камеры смартфона, планшета и т.д., поддерживающих выбранный браузер дополненной реальности. Важным качеством данной технологии является наличие фильтрации объектов (например, исторические объекты, объекты изучения различных науч-

ных дисциплин) и доступность для операционных систем Android, iOS, Windows Mobile.

В условиях стремительного развития общества, техники и технологий, изменения характера информационной культуры, глобализации, массовой интернетизации и социализации сервисов и технологий сбалансированное ЭО, дополняющее очное обучение, становится приоритетным направлением развития системы образования. ЭО меняет характер взаимодействия преподавателя и студента, требует от студента высокой мотивации и самодисциплины, открывает новые возможности для творческого самовыражения обучающегося, содержит огромный потенциал для реализации новых идей и проектов, для личностного развития и реализации принципов непрерывного образования.

Литература

1. Онлайн-обучение. Дистанционное обучение в вузах России [Электронный ресурс] / Портал Zillion. – Режим доступа: <http://zillion.net/blog/28/distantionnoie-obucheniie-v-vuzakh-rossii> (дата обращения: 05.10.2014).
2. *Фещенко А.В.* Социальные сети в образовании: анализ опыта и перспективы развития // Открытое дистанционное образование. – Томск: ТГУ: АСОУ, 2011. – № 3 (43). – С. 44–49.
3. *Паршукова Г.Б.* Электронное обучение в эпоху Web 2.0 // Электронное обучение в традиционном университете. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – С. 120–124.
4. Локальные регламентирующие документы в области электронного обучения Томского государственного университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ido.tsu.ru/normdocs/elearning/> (дата обращения: 07.10.2014).
5. *Бабанская О.М., Баль В.Ю.* Принципы и этапы экспертизы электронных учебных курсов: опыт классического университета // Материалы XXV Международной конференции «Применение новых технологий в образовании», 25–26 июня 2014 г. – г. Москва, г. Троицк, 2014. – С. 476–477.
6. Курсы MOOC Томского государственного университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lektorium.tv/mooc> (дата обращения: 09.10.2014).
7. *Ebben M., Murphy J.S.* Unpacking MOOC scholarly discourse: a review of nascent MOOC scholarship [Electronic resource] // Learning, Media and Technology. – 2014. – P. 1–18. – URL: <http://dx.doi.org/10.1080/17439884.2013.878352> (date access: 09.10.2014).
8. *Clarà M., Barberà E.* Learning online: massive open online courses (MOOCs), connectivism, and cultural psychology // Distance Education. – 2013. – Vol. 34, No. 1. – P. 129–136. – Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/01587919.2013.770428> (date access: 09.10.2014).
9. *Jones N., Sze Lau A.M.* Blending learning: widening participation in higher education // Innovations in Education and Teaching International. – 2010, November. – Vol. 47, No. 4. – P. 405–416. – Available at: http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14703297.2010.518424#Uz59DPI_v5w (date access: 09.10.2014).
10. *Halverson L.R., Graham C.R., Spring K.J., Drysdale J.S., Henrie C.R.* A thematic analysis of the most highly cited scholarship in the first decade of blended learning research // The Internet and Higher Education. – 2014. – Vol. 20, January. – P. 20–34. – Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096751613000444> (date access: 09.10.2014).
11. *Yu-Liang Ting.* Using mobile technologies to create interwoven learning interactions: An intuitive design and its evaluation // Computers & Education. – 2013. – Vol. 60. – P. 1–13. – Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512001637> (date access: 09.10.2014).
12. *Jones A.C., Scanlon E., Clough G.* Mobile learning: Two case studies of supporting inquiry learning in informal and semiformal settings // Computers & Education. – 2013. – Vol. 61. – P. 21–32. – Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512001947> (date access: 09.10.2014).

Информатизация образования: синтез традиционного и электронного обучения (опыт создания новой модели лекционного курса)

Российская система образования находится в процессе модернизации, в котором решающую роль призваны сыграть информационно-коммуникационные технологии. Это предполагает не только оснащение учебных заведений современным компьютерным оборудованием и доступом в интернет, но и интеграцию ИКТ в процесс обучения на основе научно обоснованной методологии.

Перспективным дидактическим решением сегодня является включение дистанционного компонента (e-learning) в традиционные учебные формы для структурирования и мониторинга активной самостоятельной учебной деятельности учащихся.

Традиционный университетский лекционный курс может быть трансформирован в формат смешанного обучения путем сочетания очных аудиторных занятий с автономной работой студентов в интерактивной обучающей среде для повышения эффективности образовательного процесса.

Рассматривается опыт создания, проведения и анализа такого курса на факультете иностранных языков и регионоведения МГУ имени М.В. Ломоносова.

Ключевые слова: информатизация образования, смешанное обучение, информационные технологии в обучении, электронное обучение.

INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION: THE SYNTHESIS OF TRADITIONAL FORMAT AND E-LEARNING (AN EXPERIENCE OF DEVELOPING A NEW MODEL OF A LECTURE COURSE)

The Russian system of education is undergoing a process of modernization where ICT play a decisive role. It presupposes not only providing advanced technical equipment but also integrating technologies into a traditional teaching and learning process based on a well-developed and scholarly-proven methodology.

A sound didactic solution is the introduction of an element of e-learning for structuring and monitoring students' autonomous active study.

A lecture course in a traditional format can be transformed into a mode of blended learning via combining classroom face-to-face teaching with students' self-preparation in an interactive learning environment to enhance the efficacy the educational process.

An experience of such a transformation is considered.

Keywords: information technologies in education blended learning, e-learning.

Информатизация российского высшего образования встала на повестку дня еще в начале 1990-х гг., когда в стране начались кардинальные преобразования всей общественной жизни. Информатизации образования было придано решающее значение в информатизации России, поскольку знания и навыки, приобретаемые при обучении будущими специалистами, в даль-

нейшем во многом определяют пути развития общества. В 1993 г. была принята Концепция информатизации образования Российской Федерации [1]. Почти два десятилетия спустя в документе «Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО» [2] подчеркивается, что, несмотря на широкое внедрение компьютерных технологий в образование, «и се-

годня страны во всех частях земного шара продолжают сталкиваться с насущными и трудно решаемыми проблемами информатизации школы. Эти проблемы возникают из-за стремительного развития технологий, недостаточных финансовых вложений, из-за отсутствия ясного видения роли учителей, которые используют мощь ИКТ для трансформации образовательного про-



Алла Леонидовна Назаренко,
д.филол.н., доцент,
зав. кафедрой лингвистики
и информационных технологий
Тел.: (495) 734-02-88
Эл. почта: Lingvit@ffl.msu.ru
Московский государственный
университет им. М.В.Ломоносова
www.msu.ru

Alla L. Nazarenko,
Doctor of Philology (PhD),
Associate Professor
Head of Linguistics and IT Department
Tel.: (495) 734-02-88
E-mail: Lingvit@ffl.msu.ru
Lomonosov Moscow State University
www.msu.ru

цесса в школе и за ее пределами. Одним из важных уроков прошедших десятилетий стало осознание обществом того факта, что информатизация образования – многоаспектный процесс, затрагивающий требования к компетентности педагогов, учебные материалы, средства ИКТ, мотивы повседневной работы учащихся и учителей».

Прошло еще три с лишним года, а названные в этом документе проблемы остаются актуальными и сегодня.

Я бы дополнила список вовлеченных в информатизацию факторов, имеющих не менее важное значение, или, скорее, уточнила: недостаточное внимание к дидактической составляющей процесса информатизации на практическом уровне. Да, это и квалификация, и ИКТ-компетенция педагога, его знание компьютера, умение обращаться с программными средствами, и учебные материалы. Но для того, чтобы информатизация обучения была эффективной и оправданной, необходимо понимание дидактических свойств технологических инструментов и способов из дидактически целесообразного внедрения в образовательный процесс. А для этого необходимо не только инкорпорировать средства ИКТ в обучение на основе прогнозируемых эффектов (что также важно как первый «эмпирический» шаг), но и постоянно проводить оценку полученных результатов с целью корректировки процесса, усовершенствования практикуемых подходов и методов, а возможно, замену «не-работающих» на более эффективные.

Еще один момент, недооцениваемый в процессе информатизации, – это важность осознания того факта, что ИКТ – это нечто, принципиально отличающееся от ТСО (а многие еще считают ИКТ разновидностью ТСО). Ведь возможности, которые предоставляют и еще (по логике развития) предоставят нам ИТ, – поистине фантастические. Все они, конечно, могут быть в общем сведены к «неограниченному доступу к информации и мгновенной коммуникации на расстоянии» – с любым регионом

мира, покрытом сетью Интернет. За этим уже привычным определением стоят огромные возможности не только повысить на основе ИКТ эффективность обучения, но и качественно изменить (трансформировать) его, создать совершенно новую, не известную ранее обучающую среду, практиковать новые подходы к обучению и новые виды учебной деятельности, новые формы учебной коммуникации или оптимизировать уже существующие, усиливая их дидактический потенциал за счет ИКТ. Да многое даже нельзя сегодня предсказать: технологии развиваются с поразительной быстротой, все новые и новые приходят в жизнь и в то же время становятся все более «гуманными» по отношению к пользователям: более «дружественными», простыми в обращении, легкими в понимании, что мотивирует на их освоение и использование.

Очень важно при этом не потерять того богатейшего опыта, который был накоплен традиционной педагогией. Поэтому интегрирование технологий должно быть очень аккуратным органичным соединением наработок традиционной образовательной системы с современной технологической основой развития общества, с ИТ, не за счет «урезания» позиций и значимости традиционных подходов, но с целью усиления их эффекта.

Когда мы говорим об интеграции ИКТ в обучение, первая наиболее яркая ассоциация – это дистанционное обучение. До этой новации были компьютерные обучающие программы, которые, конечно, существуют и сейчас и прекрасно выполняют свое назначение. Но дистанционное обучение – «доставка образования» к учащемуся, изменение вектора движения относительно образования (не все в один центр – за образованием, но из одного центра – образование – ко всем) с его невиданной ранее интерактивностью было, конечно, новым впечатляющим явлением. Дистанционное обучение тем не менее зиждилось на общеизвестных дидактических принципах, однако позволяло практиковать и развивать новые под-

ходы, стратегии и методы (такие как конструктивистский подход, обучение в сотрудничестве, проектная методика в новых реалиях и др.) [3]. Дистанционное обучение нашло свою нишу, в которой оно не имеет конкурентов. Его аудитория – это люди, которые в силу определенных причин или обстоятельств не могут получать образование традиционным способом.

Однако многовековой опыт, заключающийся в том, что обучение происходит в группе, в социальном контексте (человек – существо социальное), в учебном процессе, в котором определяющей фигурой является «Человек знающий» – Учитель, – закрепил в нашем сознании (вполне обоснованно!) уважение и доверие к такой организации обучения и недоверие к удаленным и распределенным формам получения образования. Иными словами, многие видят в обучении на расстоянии некоторую «неполноценность», в первую очередь заключающуюся в отсутствии живого контакта с преподавателем и своими одноклассниками/одногруппниками.

Оставим кесарю кесарево: дистанционное обучение для уже упомянутой категории, у которой это единственный способ получить желаемое образование. Но остается огромное количество институтов традиционной образовательной системы, которые, конечно, не могут – не должны! – оставаться вне общего процесса информатизации.

Одной из форм информатизации традиционного образовательного процесса является в настоящий момент смешанное обучение, которое получает сейчас все большее распространение в мировой практике и которое мы и будем рассматривать в данной статье. Следует, однако, оговориться, что параллельно существуют и другие варианты обучения на основе ИТ, среди которых можно назвать прежде всего смарт-обучение [4], однако при рассмотрении специфических характеристик обнаруживается его принципиальное сходство с феноменом смешанного обучения как таковым, которое заключается в том, что формирование новых

знаний и компетенций происходит в высокотехнологичной образовательной среде, находящейся в открытом мобильном доступе в любой точке мира и в любое время, позволяющей максимально индивидуализировать обучение и в то же время предполагающей обучение в сотрудничестве, в социальном контексте, где не только преподаватель, но и каждый обучающийся является в то же время обучающим ресурсом для других.

Таким образом, можно считать смарт-обучение естественным развитием и усовершенствованием феномена смешанного обучения, которое, по сути своей, как это следует из определений большинства авторов, является форматом, сочетающим аудиторное или очное обучение и электронное сетевое обучение [5]. В других определениях, не противоречащих приведенному, выделяются некоторые особенности смешанного обучения: способность повышать эффективность обучения [6, 7], личностно ориентированный характер [8], инновационность и «трансформирующий» процесс обучения потенциал [9].

На кафедре лингвистики и ИТ факультета иностранных языков и регионоведения МГУ в формате смешанного обучения были созданы и успешно апробированы два лекционных курса: «Теоретико-прагматические основы интегрирования ИКТ в лингводидактику» (часть общей дисциплины «Теория обучения») и курс культурологического характера «The World of Britain». Общим для обоих курсов, побудившим к преобразованию их в смешанный формат, было ограниченное число аудиторных часов (особенно в отношении 36-часового курса «Мир Британии», который создавался и был прочитан как двухнедельный «интенсив»), отсутствие поддерживающих семинарских занятий и, соответственно, необходимость перенесения существенного объема учебной деятельности в самостоятельную работу студентов. В то же время для повышения эффективности и качества самостоятельной учебной деятельности она должна быть тщательно продумана, структурирована и оп-

тимизирована с учетом основных дидактических принципов: доступности при необходимой степени трудности, последовательности и систематичности, наглядности, связи теории с практикой, активности обучающихся. В нее также должен быть заложен механизм контроля и оценивания знаний.

Для реализации этих условий для каждого из названных курсов была создана электронная обучающая среда как часть общей образовательной среды, в которую входила также традиционная лекционная составляющая. Электронная (виртуальная) обучающая среда была создана в виде сайта на платформе wikispaces.com [10]. Среди аргументов в пользу выбора именно этого инструмента Web 2.0 были простота использования (user-friendliness), не требующая специальных компьютерных знаний, а также относительное разнообразие опций, предлагаемых системой: как изначально встроенных в нее (возможность совместной работы всех студентов на сайте, добавления и редактирования материалов, возможность интерактивной дискуссии), так и позволяющих включать другие инструменты Web 2.0 (в частности, сервис для создания интерактивных опросов (тестов) SurveyMonkey.com) и встраивать интерактивные ссылки на текстовые, графические и видеоматериалы.

Структура и содержание сайта позволяют учащимся получить не только доступ к учебным материалам, к образовательной среде курса, но и полную методическую информацию по их освоению.

Сайт организован по модульному принципу: каждый модуль включает видеозапись и план тематической лекции, комплекс учебных материалов и задания, выполнение которых предполагает их самостоятельное изучение студентами, критический анализ и аннотирование, а также обсуждение изучаемой проблемы в общей дискуссии. Практически в каждом модуле существуют тесты на проверку усвоения изученной темы.

Балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности прописывает, какое

количество баллов должен получить студент для успешного завершения курса, причем каждому виду работы назначается определенное количество баллов, из которых складывается итоговый балл.

По окончании курса предусматривалось проанализировать полученные результаты и оценить:

1. способствовало ли интегрирование технологий в традиционную схему обучения (формат смешанного обучения) повышению эффективности (enhance) обучения, и если да, то насколько (опираясь на данные симптоматической статистики);

2. способствовало ли оно хоть в какой-то степени трансформации процесса обучения, и если да, то в чем она заключалась;

3. «работает» ли идея смешанного обучения в условиях российского образования в том варианте, который был заимствован из западного опыта, и какие коррекции необходимо внести в случае необходимости ее адаптации.

Эти вопросы решено было рассмотреть через призму одного из выведенных для оценки качества/эффективности обучения критериев (Sloan-C Five Pillars quality framework) – «удовлетворенность студентов» (Student Satisfaction) [11]. Выбор именно этого критерия объясняется тем, что, в принципе, все факторы в образовательном процессе так или иначе соотносятся с «удовлетворенностью студентов».

Данный анализ можно рассматривать как первый шаг, предварительную попытку исследования, которое в будущем, безусловно, должно проводиться на гораздо большем материале, более широкой выборке и дополняться исследованием по всем остальным критериям. Пока же целью исследования было подтвердить позитивное отношение студентов к обучению в смешанном формате, заявленное западными исследователями [12], выяснить их отношение к структуре распределенного учебного процесса, что они конкретно отмечают как привлекающее их в таком обучении и какие критические замечания имеются у них к этому формату, и в частности к электронной

обучающей среде как определяющему фактору «гибридизации», – и на основе этих данных сделать соответствующие выводы.

Для получения необходимых данных по окончании курса был проведен анонимный опрос студентов, обучавшихся по курсу «Теоретико-прагматические основы интегрирования ИКТ в лингводидактику». В опросе участвовали 21 студент 2-го курса бакалавриата и 25 студентов 4-го курса специалитета.

Для обработки результатов опроса применялся метод так называемой симптоматической статистики (оценивание по количественным показателям)

Из количественных показателей видно, что отношение студентов обеих групп к смешанному обучению в целом положительное, что соотносится с результатами исследований в этой области. Подавляющее большинство опрошенных подчеркнули личностно ориентированный характер обучения в смешанном формате как его преимущество по сравнению с традиционным.

Общим у двух групп было и отношение к двум составляющим курса – «теории» и «практике»: в предпочтениях наблюдался явный «крен» в пользу работы с технологиями. Это вполне объяснимо: молодые люди родились и выросли в век информационных технологий, это так называемое сетевое поколение, «цифровые аборигены». Иметь дело с технологиями для них легко и просто, интересно и приятно. Кроме того, они осознают (и это было подчеркнуто в некоторых ответах), что владение технологиями нужно и важно в любой области человеческой деятельности.

Единодушные наблюдения и в отношении к тестам. Практически все видели в них наиболее эффективный способ контроля усвоения знаний, закрепления материала, стимул к повторению изученного. Такое отношение к далеко не самому совершенному методу оценивания прогресса обучающихся – это, скорее всего, проявление «тестового» характера мышления, воспитанного школьной практикой подготовки к Единому государ-

ственному экзамену (ЕГЭ), к которой, по сути, свелось все обучение. «Натаскивание» на тесты исключает рассуждение, приучает к выбору одного из предложенных ответов. Поэтому многие студенты испытывают трудности, когда надо сформулировать собственную мысль. Это проявилось и в «нелюбви» к дискуссии, и в том, что, несмотря на неоднократные напоминания аргументировать свои ответы в анкете, многие просто игнорировали это условие.

В ответах, касающихся таких видов самостоятельной учебной деятельности, как дискуссия и аннотирование, в группах обнаружилось различия.

К дискуссии отношение было неоднозначное. Наряду с высокой оценкой некоторыми дидактического потенциала дискуссии как возможности высказать свое мнение и быть услышанным, узнать мнения других, а также как средства создания единого обучающегося сообщества, довольно много ответов содержало негативное отношение к этому виду учебной деятельности («не люблю выступать публично», «тяжело дискутировать на сайте» и т.п.). Объяснить такое отношение можно, по-видимому, наследием советской школы, в которой авторитет педагога был непререкаем, все, что исходило от него, считалось истиной в последней инстанции и не подвергалось сомнению, поэтому дискуссия, сущность которой как раз в обсуждении альтернативных мнений, вообще не существовала как вид учебной деятельности. Тем не менее анализ постов на сайте показал, что многие студенты относились к дискуссии с интересом, читали мнения, высказанные своими коллегами, апеллировали к ним, поддерживали и развивали мысли одних или аргументированно возражали другим.

Аннотирование учебных материалов – это элемент «знаниецентрического» компонента обучения, требующий концентрации умственных усилий, критического мышления, анализа, умения выделять главное. Поэтому как наиболее сложный аспект учебной деятельности поддерживался не всеми.

Только наиболее мотивированные студенты видели в нем возможность углубить свои знания, получить более полное представление об изучаемом предмете.

На основе полученных из объективного источника (анонимный опрос) данных и их интерпретации можно попытаться ответить на поставленные в исследовании вопросы.

1. Смешанное обучение способствует повышению эффективности обучения, поскольку в рамках лекционного курса, в котором в традиционном формате предусмотрена только дискретная аудиторная учебная деятельность, студенты постоянно и регулярно работают самостоятельно (хотя и с разной степенью интенсивности),

чем обеспечивается непрерывность учебного процесса.

2. Смешанное обучение способствует трансформации обучения:

а) студенты не только получают учебную информацию от преподавателя во время лекций, но и сами вовлечены в ее поиск, отбор, обработку, что активизирует аналитические способности и развивает критическое мышление;

б) студенты знакомятся и апробируют новые формы учебной деятельности (в нашем случае – приобрели опыт дискуссий и обучения в сообществе);

в) смешанное обучение – это не механическое сложение двух компонентов, но именно «смесь», где они составляют одно неделимое целое, дополняя друг друга, и

каждый компонент сам по себе не является самодостаточным. Это качественно новая среда и организация обучения.

3. Тем не менее эксперимент показал, что западная «схема» смешанного обучения должна адаптироваться к национальным образовательным системам, испытывающим влияние традиций и стереотипов. Возможно, адаптация должна проходить путем постепенного внедрения и «привыкания» к новым формам, а также знакомства с мировыми тенденциями в образовании через непосредственное участие в «интернациональных» курсах, где в виртуальном (с помощью новейших технологий) классе будут учиться у профессоров разных университетов студенты из разных стран.

Литература

1. Концепция информатизации высшего образования Российской Федерации (1993). – Доступно на: <http://www.pandia.ru/text/77/305/24712.php>
2. Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО (2011). – Режим доступа: <http://ru.iite.unesco.org/publications/3214694/> (дата обращения: 12.12.2014).
3. Назаренко А.Л. Информационно-коммуникационные технологии в лингводидактике: дистанционное обучение. – М.: Изд-во Московского университета, 2013. – 279 с.
4. Хромов С.С. Смарт-технологии в преподавании русского языка как иностранного // Вестник МГУ. Серия 19: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2014. – № 3. – С. 149–157.
5. Garrison D.R., Kanuka H. Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education // The Internet and Higher Education. – 2004. – Vol. 7, iss. 2. – P. 95–105.
6. Garnham C., Kaleta R. Introduction to hybrid courses // Teaching with Technology Today. – 2002. – № 8 (6).
7. Sharma P., Barrett B. Blended learning: Using technologies in and beyond the language classroom. – Macmillan Publishers Ltd., 2011. – 160 p.
8. McCombs B., Vakili D. A learner-centered framework for e-learning // Teachers College record. – 2005. – № 107. – P. 1582–1600.
9. Picciano A.G. Introduction / A.G. Picciano & Ch.D. Dziuban (Eds.) // Blended learning: Research perspectives. – 2007. – P.13
10. The World of Britain: Contemporary Life and History: <http://the-world-of-britain.wikispaces.com/>
11. Теоретико-прагматические основы интегрирования ИКТ в лингводидактику [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alnazarenko.wikispaces.com/>
12. Moore J.C. The Sloan Consortium quality framework and the five pillars, 2005 [Electronic resource]. – URL: onlinelearningconsortium.org/publications/books/qualityframework.pdf
13. Dziuban C., Moscal P., Hartman J. Higher education, blended learning, and the generations: Knowledge is power – No more // J. Bourne and J.C. Moore (Eds.) // Elements of quality online education: Engaging communities. – Needham, MA: Sloan-C, 2005. – P. 85–102.

Информационно-коммуникационные технологии в преподавании русского языка как иностранного на начальном этапе (уровень А1, А2)

Данная статья посвящена интеграции информационно-коммуникационных технологий в процесс преподавания русского языка как иностранного на начальном этапе обучения. Дается общая характеристика образовательного процесса по русскому языку как иностранному в информационной среде, анализируются его основные компоненты, структура и содержание. Подробно описываются информационно-коммуникационные инструменты, используемые на начальном этапе при смешанной модели обучения: презентации, электронная почта, информационные и обучающие сайты, внутренние информационно-коммуникационные ресурсы университета. Авторы делятся опытом использования информационно-коммуникационных ресурсов в практике преподавания на примере подготовительного отделения для иностранных граждан МЭСИ, предлагают свою тактику и стратегию обучения.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, электронная лингводидактика, компьютерная лингводидактика, русский язык как иностранный, начальный этап обучения, смешанная модель обучения

INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN TEACHING RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE AT ELEMENTARY LEVEL (LEVEL A1, A2)

The paper is intended to draw attention to information communication technologies in teaching Russian as a foreign language at a primary stage of learning. In this regard the educational process of teaching Russian as a foreign language is examined for promoting quality improvement in the process of RLT.

Technology-enhanced language learning (TELL) is described through computer – assisted language learning (CALL) – presentations, computer-mediated communication (CMC) or on-line communication (e-mails), the Internet sites and virtual learning environments (VLEs) – the University resources. Authors share their best practices of using ICT in teaching and describe their experience with foreign students of pre-university department of MESI, and present their own tactics and strategies of teaching.

Keywords: Russian as a foreign language, primary stage of learning, technology-enhanced learning, computer-assisted language learning, computer-mediated communication, virtual learning environments.

Введение

Использование информационных технологий в образовании имеет относительно небольшую историю: одно из первых исследований по этой проблеме было проведено французским педагогом К. Фрайнетом в 1920 г. В своем эксперименте он поставил цель ознакомить две группы студентов из двух разных провинций Франции с некоторыми аспектами культуры

региона путем обмена фотографиями средствами существующих на тот день технологий. Так, каждая из групп обучающихся узнала некоторые сведения о цветах, растениях, природе провинции, в которой проходила обучение другая группа.

Позднее, в 1960 г., итальянский лингвист Ф. Лоди провел эксперимент по развитию языковой и культурной компетенций студентов за счет выполнения совместной проектной деятельности с зарубежными

партнерами, находящимися на расстоянии. Средствами телекоммуникационных технологий, доступных в 1960-е гг., студенты проводили интервью, опросы, получали фактические сведения по теме исследования для дальнейшего оформления результатов в виде газеты или стендового доклада. Исследование показало, что, наряду с повышением языковой и культурной компетенции, у студентов также значительно повысилась мотивация.



Сергей Сергеевич Хромов,
д.филол.н., проф., зав. кафедрой
лингвистики и межкультурной
коммуникации
Тел.: (916) 619-61-39
Эл. почта: SHromov@mesi.ru.
Московский государственный
университет экономики,
статистики и информатики
www.mesi.ru

Sergey S. Khromov,
Doctor of Philology (PhD),
Professor, Head of Linguistics and cross
cultural Department
Tel.: (916) 619-61-39
E-mail: SHromov@mesi.ru.
Moscow state university of economics,
statistics and informatics
www.mesi.ru

Открытие сети Интернет для гражданского пользования в начале 1990-х гг. создало новое поле для исследований по использованию новых интернет-технологий в обучении различным дисциплинам, включая русский язык как иностранный [1].

Информационные коммуникативные технологии (ИКТ) сегодня стали одним из основных приоритетов в преподавании русского языка как иностранного, как неродного и как родного. ИКТ важны не только для успешной конкуренции различных университетов на рынке высшего образования, но также для успешного функционирования самих университетов: без них невозможно эффективно управлять образовательным процессом.

В недавно вышедшей монографии под редакцией Н.В. Тихомировой и В.П. Тихомирова «Россия на пути к Smart обществу» предлагается разделить образовательный процесс на три этапа (вчера, сегодня, завтра) и рассмотреть его с точки зрения пяти компонентов: знания, технологии, преподавание, учитель и бизнес. Применительно к преподаванию русского языка иностранцам мы предлагаем несколько трансформировать эту схему, добавив к знаниям навыки, умения и компетенции. А компонент «бизнес» заменить на реальную речевую практику.

Вот как авторы монографии предлагают дифференцировать три этапа образовательного процесса: «Вчера» единственным источником знаний для студента был преподаватель, при этом почерпнуть новые знания студент не мог нигде, кроме как в аудитории или в книге, которую ему посоветовал тот же преподаватель... «Сегодня» знания передаются не только от преподавателя к студенту, но и между студентами, что позволяет создавать новый уровень знаний. В свою очередь активно начинают применяться образовательные технологии, и преподаватели могут нести знания не только в аудиторию... А «завтра» главным источником знания для студента станет Интернет, технологии будут индивидуально ориентированы и направлены на создание

новых знаний. Процесс преподавания будет предполагать движение знаниевых объектов в любых направлениях – от студента к преподавателю и обратно, от студента к студенту и т.д.» [2, с. 101–102].

Использование ИКТ в преподавании русского языка как иностранного активно обсуждается в современной методической литературе в течение последних 15 лет [3–6 и др.], однако при этом начальному этапу обучения (уровень А1–А2) уделяется недостаточно внимания; накопленный опыт всё еще мало отражен в научно-методической литературе. В нашем случае мы попытаемся обобщить опыт ведения практических занятий по русскому языку как иностранному на подготовительном отделении на примере МЭСИ при использовании смешанной модели обучения, наметить определенную тактику и стратегию применения информационно-коммуникационных инструментов в практике преподавания.

1. Общая характеристика образовательного процесса по русскому языку как иностранному в информационной среде

Среди ключевых компонентов обучения русскому языку как иностранному в информационной образовательной среде, равно как и иностранным языкам вообще, мы предлагаем выделить следующие:

- наличие электронного образовательного контента в свободном доступе для студентов в образовательных ресурсах;
- обеспечение обратной связи преподавателей и студентов, а также между студентами;
- обмен знаниями между преподавателями и студентами, а также между студентами;
- мобильный доступ к получению всех видов цифровых услуг в любой точке мира и в любое время;
- создание новых знаний, формирование, закрепление и развитие новых знаний, навыков, умений и компетенций;
- создание смарт-окружения, или среды смарт, приближающейся



Надежда Алексеевна Гуляева,
старший преподаватель кафедры
лингвистики и межкультурной
коммуникации
Тел.: (916) 565-45-62
Эл. почта: nagulyaeva@mesi.ru
Московский государственный
университет экономики,
статистики и информатики
www.mesi.ru

Nadezhda A. Gulyaeva,
Senior Lecturer of Linguistics and cross
cultural Department
Tel.: (916) 565-45-62
E-mail nagulyaeva@mesi.ru
Moscow state university of economics,
statistics and informatics
www.mesi.ru

или идентичной естественному интеллекту;

- гибкое индивидуализированное обучение в интерактивной образовательной среде;
- комплексная модернизация всех образовательных процессов, методик, методов и технологий обучения;
- управление формированием новых знаний, навыков, умений и компетенций в информационной образовательной среде.

В свою очередь, образовательные реалии XXI в., переход к смарт-технологиям в практическом образовательном процессе ставят перед преподавателем русского языка как иностранного новые качественные цели и задачи, которые закреплены в том числе и в образовательных стандартах 3-го поколения. Исходя из компетентностного подхода в подготовке бакалавров и магистров, следует сфокусировать внимание на формировании и развитии следующих компетенций преподавателей русского языка как иностранного:

- умение организовать управление знаниями в информационном образовательном пространстве;
- наличие представлений об электронных образовательных ресурсах в области языка, культуры и межкультурной коммуникации;
- владение интерфейсом операционных систем;
- наличие общих представлений в сфере мультимедийных технологий;
- владение навыками пользователя офисных технологий в контексте подготовки рабочих документов;
- владение техникой подготовки графических иллюстраций;
- владение базовыми навыками интернет-сервиса и интернет-технологий;
- владение основами технологий построения веб-сайтов;
- навыки создания и размещения электронной страницы в интернете;
- владение навыками критической оценки и построения сайтов, созданных профессионалами в области русского языка;
- владение навыками использования ресурсов классического

интернета для преподавания грамматики, лексики, фонетики, аудирования, чтения, письма и говорения;

- формирование навыков создания креолизованных текстов на русском языке;
- навыки интеграции социальных сервисов интернета второго поколения в процесс преподавания русского языка;
- формирование навыков использования технологий веб-блогов для оптимизации преподавания культурологических дисциплин;
- формирование навыков создания учебного веб-блога;
- навыки интеграции социальных сервисов в учебный веб-блог для развития навыков и умений говорения и письма;
- формирование навыков использования коммуникационных технологий – форумы, чаты – в традиционном процессе преподавания русского языка как иностранного;
- формирование навыков использования технологий видеоконференций для формирования межкультурной компетенции студентов [7].

2. Интеграция информационно-коммуникационных инструментов в учебный процесс

Какие же формы работы предпочтительны на начальном этапе в смешанной модели обучения русскому языку как иностранному? Какие новые инструменты может использовать преподаватель РКИ?

Информационно-коммуникационные ресурсы мы разделяем на несколько групп: презентации, практика, онлайн-словари и коммуникации [8]. На этом этапе для нас доступно фрагментарное использование дополнительного материала аудиовидеоаглядности, электронных энциклопедий, контролируемых и других материалов. Мы не можем предложить единого сценария работы и набора инструментов, хотя для себя мы определились с некоторыми формами работы на этом этапе обучения. Остановимся на них подробнее [9].



Валерий Геннадиевич Апальков,
к.пед.н., доцент кафедры лингвистики
и межкультурной коммуникации
Тел.: (903) 172-77-70
Эл. почта: immaculate.v@gmail.com
Московский государственный
университет экономики,
статистики и информатики
www.mesi.ru

Valeriy G. Apalkov,
PhD (Education), Associate Professor
of Linguistics and cross cultural
Department
Tel.: (903) 172-77-70
E-mail: immaculate.v@gmail.com
Moscow state university of economics,
statistics and informatics
www.mesi.ru



Нина Кирилловна Никонова,
к.пед.н., доцент кафедры
английского языка
Тел.: (911) 363-10-58
Эл. почта: nikonova08@rambler.ru
Псковский государственный
университет
www.pskgu.ru

Nina K. Nikonova,
PhD (Education), Associate Professor of
the English Language Department
Tel.: (911) 363-10-58
E-mail: nikonova08@rambler.ru
Pskov State University
www.pskgu.ru

1. Презентация в Power Point. На наш взгляд, уже на начальном этапе обучения работа с презентацией в лингвометодических целях хорошо зарекомендовала себя. Отметим, что презентация – это не только хорошее средство визуализации, но и новый тип учебного текста, который широко используется в педагогических технологиях. С презентацией мы начинаем работать на 3–4-й неделе, когда отрабатываем первые базовые лексико-грамматические темы «Моя семья», «Мой друг», «Погода». В это время словарный запас студента минимален, поэтому чем ярче и красочнее будет визуальный образ, который мы будем предлагать ему при освоении лексики, тем он будет лучше воспринят.

Сначала мы предлагаем работать с учебной презентацией, созданной преподавателем, включа-

ющей элементы лексико-грамматических заданий (рис. 1). В дальнейшем предлагаем учащимся создать свою презентацию под контролем преподавателя, а потом самостоятельно. А затем обсуждаем все презентации в группе и решаем, чья работа получилась интереснее.

Презентации поистине незаметны при ведении на начальном этапе обучения страноведческого материала, так как при минимальном лексическом запасе позволяют опираться на визуальный образ новой для учащегося реалии (рис. 2).

Следует обратить внимание на то, что технические навыки работы с программой не столь важны, потому что технология создания презентации в Power Point универсальна и, как правило, студенты знакомы с ней. Преподавателю нужно только помочь им перейти на русскую

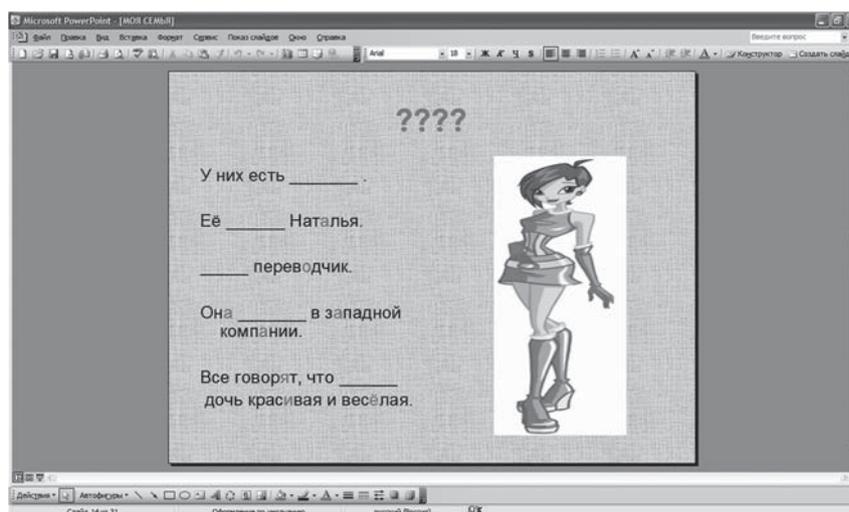


Рис. 1. Фрагмент учебной презентации



Рис. 2. Фрагмент страноведческой презентации

версию. Поэтому на этом этапе мы вводим и закрепляем лексический минимум, который необходим учащимся, и наряду с привычными глаголами «читать», «писать», «говорить», они легко запоминают такие необходимые для работы с программой глаголы, как «создать», «копировать», «сохранить» и др.

2. **Электронная почта** – это относительно новая форма письменной коммуникации, широко используемая во всех сферах человеческой деятельности, которая, однако, не нашла должного отражения в методике обучения РКИ. Она не закреплена ни в Стандартах, ни в учебных пособиях, хотя есть немало статей и методических разработок, доказывающих целесообразность ее применения при обучении навыкам иноязычной письменной коммуникации [1].

Электронно-почтовая группа предлагает широкие возможности для обучения русскому языку и культуре через контакт с представителями разных стран и культур. Под электронно-почтовой группой понимается образовательная технология, позволяющая группе обучающихся, находящихся на неограниченном расстоянии друг от друга, обмениваться электронными сообщениями.

Как показал В.Г. Апальков, формирование языковой и межкультурной компетенции средствами электронно-почтовой группы будет эффективным, если:

(а) обучающиеся знакомятся с феноменом культуры, сведениями о характеристиках и рамках культуры, о типах взаимоотношения между культурами;

(б) используются материалы, которые

– отражают важные социально значимые темы;

– представляют интерес для обсуждения в конкретной группе обучающихся;

(в) в процессе обучения используются задания, направленные на следующее:

– сравнение, сопоставление, анализ и культурную рефлексию;

– выступление обучающихся в качестве представителя родной культуры / страны;

(г) у обучающихся формируется позитивное отношение к представителям контактирующей культуры;

(д) роль учителя не ограничивается фасилитацией образовательного процесса с использованием интернет-технологий, а расширяется до оказания помощи учащимся в понимании культуры, культурных ценностей и участников межкультурного диалога [1, с. 8].

В практике нашей работы на подготовительном отделении МЭСИ начиная с 4-й недели обучения все слушатели под руководством преподавателя создают свои почтовые ящики на одной из русскоязычных почтовых служб и еженедельно обмениваются сообщениями друг с другом и преподавателем по его заданию или самостоятельно (рис. 3). Кроме того, они используют электронную почту как возможность отправить поздравление или открытку своим друзьям. В ходе этого студенты осваивают кириллическую клавиатуру – а это длительный и рутинный процесс, – что необходимо для дальнейшей работы на основном этапе обучения.

Этот вид работы, на наш взгляд, трудно переоценить, поскольку именно электронная почта позволяет перевести обучение из условно речевой сферы на уровень реальной коммуникации. Учащиеся при этом совершенствуют навыки письма и чтения, знакомятся с основными нормами речевого этикета. Преподаватель может осуществлять контроль самостоятельной работы учащихся, готовить слушателей подготовительного отделения к дальнейшей работе в Кампу-

се. К тому же такая форма обучения сплачивает группу, способствует коллективной работе.

3. Интернет-сайты

Ресурсы интернета безграничны. Мы имеем доступ к различным материалам справочно-информационного характера, мы можем работать с существующими поисковыми системами, с виртуальными библиотеками и т.п. Глобальная сеть стала неотъемлемым атрибутом нашей жизни. Использование информационных ресурсов Сети для решения повседневных бытовых вопросов – естественная потребность человека, живущего в начале XXI в. Наши учащиеся не только готовы к такой форме учебной работы, но и нуждаются в ней. Уже на начальном этапе обучения преподаватель может попросить студентов узнать прогноз погоды, а для этого им нужно зайти на соответствующий сайт. Учащиеся могут воспользоваться услугами интернет-сайта, чтобы выбрать правильный маршрут по карте Московского метрополитена, заказать билет в театр, узнать цены в магазине или ресторане, а в практике учебной деятельности – посмотреть, когда, где и в какое время у них будет занятия и т.д. (рис. 4). Это реальные ситуации, с которыми студенты могут встретиться в повседневной жизни. Следовательно, это создает дополнительную мотивацию, поэтому их учебная деятельность становится целесообразной, а ее коммуникативная направленность очевидной.

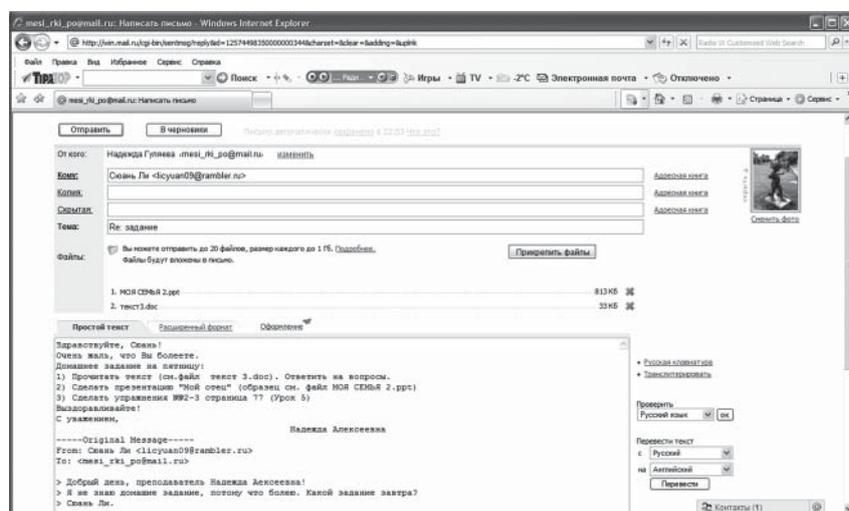


Рис. 3. Образец электронного письма



Рис. 4. Интернет-сайт (лексическая тема «Ресторан, кафе, столовая»)

В требованиях Государственного стандарта к элементарному уровню владения РКИ [10, 11] говорится, что студент-иностранец должен уметь реализовать элементарные коммуникативные намерения в следующих ситуациях общения:

- в магазине, киоске, кассе;
- на почте;
- в банке, в пункте обмена валюты;
- в ресторане, буфете, кафе, столовой;
- в библиотеке;
- на занятиях;
- на улице города, в транспорте;
- в поликлинике, у врача, в аптеке.

Мы же предлагаем для реализации коммуникативных намерений в этих ситуациях общения воспользоваться услугами интернет-сайтов (табл.).

4. Ресурсы внутренней сети. Одной из основных черт организации образовательной деятельности МЭСИ как электронного вуза является полное отражение учебного процесса на внутренних порталах: www.mesi.ru, www.study.mesi.ru, <http://sp.mesi.ru>. Безусловно, в полной мере возможности, предоставляемые Интранет, мы можем использовать лишь на основном этапе обучения (1–5 курсы). Однако уже на подготовительном отделении мы можем воспользоваться необходимой нам и актуальной для учащихся информацией. Например, обращаясь к теме «Мой учебный день», мы работаем с электронной версией

расписания занятий (<http://mesi.ru>), а на завершающем этапе обучения на подготовительном отделении мы знакомимся со специальностями и направлениями подготовки, а также условиями обучения в МЭСИ (рис. 5).

| Лексическая тема | Ситуация общения | Интернет-сайты |
|--------------------------|--|---|
| Магазин | Ваш друг хочет купить своей сестре оригинальный подарок, но не знает где. Посоветуйте ему воспользоваться услугами интернет-сайта. | http://www.zapodarkami.ru |
| Погода | В воскресенье вы с друзьями решили поехать на пикник, но не знаете прогноз погоды на выходные. Посмотрите на интернет-сайте. | http://www.gismeteo.ru |
| Город | Завтра ваша группа идёт на экскурсию, Преподаватель будет ждать в 12:00 на станции метро «Царицыно». Чтобы встретиться с ним, нужно узнать, как туда проехать. Посмотрите карту метрополитена на интернет-сайте. | http://www.karta-metro.ru |
| Ресторан, кафе, столовая | У вашего друга день рождения. Он хочет пригласить друзей в недорогой ресторан или кафе, но не знает, где в Москве можно найти такое место. Посмотрите информацию на интернет-сайтах и посоветуйте другу, куда пойти. | http://www.elki-palki.ru http://www.teremok.ru http://shoko.ru |
| Кино | Вы знаете, что сейчас в кинотеатрах идет новый интересный фильм. Вы свободны только в выходные. Зайдите на интернет-сайт и выберите кинотеатр, сеанс. Узнайте, сколько стоит билет. | http://www.formulakino.ru http://www.5zvezd.ru http://www.karofilm.ru |
| Театр | В конце месяца к вам придет друг. Он любит театр. Посмотрите на интернет-сайте репертуар и закажите билет. | www.mxat.ru , www.bolshoi.ru http://www.theatre.ru |
| Институт | Вам нужно отдать преподавателю тетрадь по русскому языку. Посмотрите на сайте, в какой он сейчас аудитории. | http://mesi.ru |
| Музей | Вы слышали, что сейчас где-то проходит выставка молодых китайских художников. Вы не знаете, в каком музее, обратитесь на интернет-сайт. | http://www.museum.ru |

Выводы

1. За последние 15 лет качественно изменилась сама парадигма образовательного процесса в информационном обществе, пропорция базовых компонентов «преподаватель – студент – учебник», а также статус, функции и компетенции преподавателя и студента, в том числе и в преподавании русского языка как иностранного.
2. Мы стали свидетелями того, как в современном информационном обществе преобразовался сам способ передачи преподавателями своих знаний, умений и навыков.
3. Стремительное развитие информационных коммуникативных технологий и их широкое применение в преподавании русского языка как иностранного не только расширило набор приобретаемых компетенций учащихся, но и привело к образованию нового направления – электронной, или компьютерной, лингводидактики.

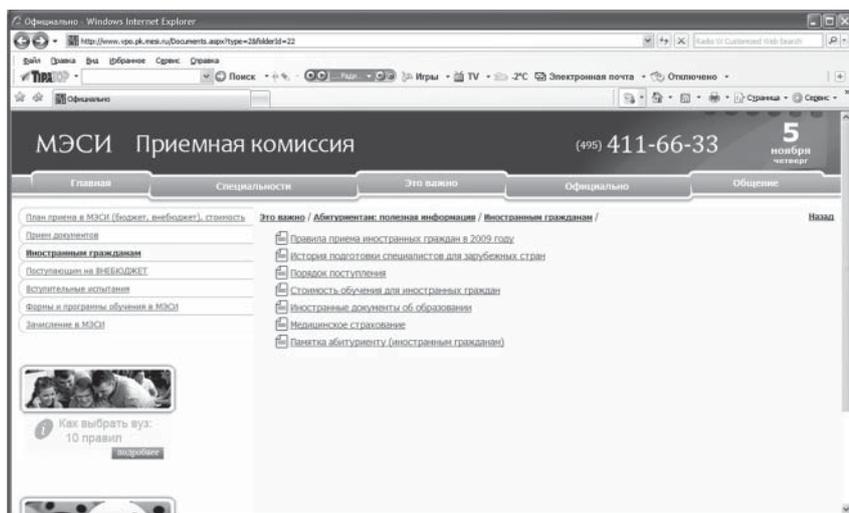


Рис. 5. Ресурсы внутренней сети (Лексическая тема «Образование»)

4. Информационно-коммуникационные технологии стали неотъемлемым компонентом процесса обучения русскому языку как иностранному, в том числе и на начальном этапе.

5. Интеграция информационно-коммуникационных технологий в процесс обучения русскому языку как иностранному на начальном этапе способствует формированию не только языковых, но и межкуль-

турных и социокультурных компетенций учащихся, повышает их личностную мотивацию.

6. Интеграция информационно-коммуникационных технологий в процесс обучения русскому языку как иностранному на начальном этапе способствует оптимизации учебного процесса, повышает его эффективность.

7. Нами разработана и экспериментально проверена пилотная ме-

тодика алгоритма интеграции информационно-коммуникационных технологий в преподавание русского языка как иностранного на начальном этапе при использовании смешанной модели обучения.

8. Свою эффективность в практике преподавания русского языка как иностранного на начальном этапе при использовании смешанной модели обучения доказали следующие информационно-коммуникационные инструменты: презентации в Power point, электронная почта, интернет-сайты (как информационного, так и обучающего характера), ресурсы внутренней университетской сети.

9. У учащихся в процессе обучения формируется позитивное отношение к изучаемой дисциплине, к электронному контенту, к инструментам постижения русского языка.

10. Роль преподавателя русского языка как иностранного заключается не только в интенсификации учебного процесса, она гораздо шире: учитель не просто наставник, контролер, но и помощник, соратник, старший товарищ.

Литература

1. *Апальков В.Г.* Методика формирования межкультурной компетенции средствами электронно-почтовой группы (английский язык, профильный уровень): автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Тамбов: ТГУ, 2008. – 21 с.
2. *Россия на пути к SMART обществу / под ред. Н.В. Тихомировой, В.П. Тихомирова.* – М.: IDO Press, 2012. – 280 с.
3. *Азимов Э.Г.* Информационно-коммуникационные технологии в обучении русскому языку как иностранному: состояние и перспективы // *Русский язык за рубежом.* – 2011. – № 6. – С. 45–55.
4. *Богомолов А.Н.* Интернет-технологии в обучении русскому языку как иностранному // *Вестник Центра международного образования Московского университета. Филология. Культура. Педагогика. Методика.* – 2009. – Т. 1. – С. 40–41.
5. *Гарцов А.Д.* Русский язык в инфокоммуникационном пространстве // *Вестник РУДН. Серия: Вопросы образования. Языки и специальность.* – 2008. – № 4. – С. 5–9.
6. *Байер Т.* Использование Интернета при обучении на начальном и продвинутом этапах: Опыт и практика в американской аудитории // *Русское слово в мировой культуре: материалы X конгресса МАПРЯЛ.* – СПб.: МИРС, 2003. – Т. 2. – С. 5–9.
7. *Хромов С.С.* Смарт-технологии в преподавании русского языка как иностранного // *Вестник Московского университета. Серия 19: Лингвистика и межкультурная коммуникация.* – 2014. – № 3. – С. 149–157.
8. *Жданова Е.В., Харитонова О.В., Хромов С.С.* К вопросу о критериях отбора и оценки веб-ресурсов в преподавании иностранных языков и русского языка как иностранного // *Экономика, статистика и информатики. Вестник УМО.* – 2012. – № 3. – С. 8–15.
9. *Зеленецкая И.С.* Интегративный подход обучению видам речевой деятельности при работе с мультимедийными презентациями в курсе русского языка как иностранного // *Лингводидактические задачи обучения иностранным и русскому языкам в информационной среде: межрегиональный сборник научных трудов преподавателей иностранных и русского языков.* – М.: МЭСИ, 2007. – С. 39–48.
10. *Государственный стандарт по русскому языку как иностранному. Элементарный уровень.* – СПб.: Златоуст, 2001.
11. *Общеввропейские компетенции владения иностранным языком: Изучение, обучение, оценка / Департамент языковой политики.* – Страсбург; М.: Изд-во МГЛУ (русская версия), 2005.

Перспективы развития корпоративного электронного обучения в России

Использование технологий e-learning в корпоративном секторе является характерной чертой обучения и развития персонала последнего десятилетия. Появившиеся в последние годы новые, более доступные и упрощенные, способы и форматы передачи знаний (вебинары, MOOCs, социальное обучение), значительно расширяют возможности корпоративного электронного обучения и а также позволяют успешно их применять в смежных HR-процессах.

Ключевые слова: инструменты обучения и развития персонала, массовые онлайн-курсы (MOOCs), неформальное обучение, самообучение, система дистанционного обучения (СДО), социальное обучение.

PERSPECTIVES OF THE CORPORATE E-LEARNING DEVELOPMENT IN RUSSIA

E-learning technologies application in corporate sector has been the feature of human resources training and development of the last decade. The emerging during last few years new, more accessible and simplified means and formats of knowledge transfer (webinars, MOOCs, social learning) have significantly widen the facilities of corporate e-learning and allow their successful application at the correlated HR-processes.

Keywords: informal learning, learning Management System (LMS), massive on-line open courses (MOOCs), personnel learning and development tools, self-study, social learning.

Развитие человеческих ресурсов является важнейшим условием функционирования любой организации. В современных условиях ускорение научно-технического прогресса значительно убыстряет процесс устаревания профессиональных навыков и знаний, что требует их постоянной актуализации. Возрастающее значение профессионального обучения для организации и значительное расширение потребностей в нем за последние десятилетия привели к тому, что ведущие компании взяли на себя повышение квалификации своих сотрудников [1].

Организация профессионального развития сотрудников на сегодняшний день является одной из основных функций служб управления персоналом. По различным оценкам, компании затрачивают на развитие своих сотрудников от 2 до 10% от общих затрат на персонал. Такие затраты рассматриваются как капиталовложения организа-

ции в развитие своих сотрудников, отдача от которых ожидается в виде повышения производительности, определяемого как увеличение вклада каждого из сотрудников в достижение организационных целей [1, 2].

Уже не первый год консультанты и эксперты в области управления персоналом обсуждают проблему значительного несоответствия между национальными образовательными системами и профессиональными навыками, которые необходимы работодателям. Системы профессионального образования на данный момент не обеспечивают своих выпускников теми навыками и компетенциями, которые работодатели считают необходимыми для успешного выполнения работы. Эта ситуация типична для большинства стран. Так, по данным портала hrm.ru, только 42% работодателей уверены, что выпускники учебных заведений надлежащим образом подготовлены

к работе. Большинство компаний вкладывают значительные средства в адаптационные программы, корпоративные учебные центры и университеты, а также в то, что принято называть программами непрерывного обучения. При этом индустрия обучения и развития персонала стремительно развивается, что выражается в появлении новых форм и методов организации корпоративного обучения, в том числе с применением передовых интернет-технологий [3].

По результатам исследования, проведенного PrisewaterhouseCoopers, в 2012 г. российские компании обучали 47% своих сотрудников, а в 2013 г. данный показатель вырос до 64%, что говорит о том, что работодатели предпочитают обучать и развивать своих сотрудников, а не привлекать новых специалистов [4]. При этом в России более пристальное внимание задачам обучения и развития персонала уделяется в крупных



Лилия Васильевна Приходько,

к.т.н., начальник управления
международного сотрудничества

Тел.: (495) 442 61 22

Эл. почта: lprikhodko@mesi.ru

Московский государственный
университет экономики, статистики
и информатики (МЭСИ)

www.mesi.ru

Lilia V. Prikhodko,

Candidate of Engineering Science, Head
of International Relations Department

Тел.: (495) 442 61 22

E-mail: lprikhodko@mesi.ru

Moscow State University of Economics,
Statistics and Informatics (MESI)

www.mesi.ru



Светлана Львовна Тарасова,

к.э.н., начальник отдела развития
академической мобильности

Тел.: (495) 442 61 22

Эл. почта: starasova@mesi.ru

Московский государственный
университет экономики, статистики
и информатики (МЭСИ)

www.mesi.ru

Svetlana L. Tarasova,

PhD (Economics), Head of Academic
mobility Department

Тел.: (495) 442 61 22

E-mail: starasova@mesi.ru

Moscow State University of Economics,
Statistics and Informatics (MESI)

www.mesi.ru

организациях, внедряющих у себя технологии западного менеджмента. В большинстве российских компаний, особенно находящихся на стадии выживания и роста, данному вопросу уделяется значительно меньше внимания [5].

Рассматривая вопросы развития корпоративного обучения, отдельное внимание считаем необходимым обратить на опыт и перспективы развития корпоративного электронного обучения (e-learning) – обучения, осуществляемого с применением информационно-коммуникационных технологий. Корпоративный e-learning в течение последнего десятилетия выделяется как один из основных трендов развития корпоративного обучения наряду с тенденцией роста аутсорсинга программ обучения персонала и развитием корпоративных университетов. При этом необходимо отметить, что в течение данного периода в России корпоративный e-learning развивался достаточно волнообразно – периоды развития чередовались с периодами снижения интереса к этому виду обучения персонала. В рамках данной статьи мы ставим задачу оценить прогноз развития корпоративного e-learning в России, а также рассмотреть особенности применения технологий e-learning российскими компаниями.

Анализируя развитие корпоративного e-learning, хотелось бы об-

ратить внимание на развитие рынка электронного обучения в целом. По данным отчета о развитии рынка e-learning, проведенного компанией Docebo, мировой рынок услуг электронного обучения в 2011 г. составил в денежном выражении 35,6 млрд долл., ежегодный прирост рынка составляет 7,6%, таким образом, к 2016 г., согласно составленному прогнозу, данный рынок вырастет до уровня 51,5 млрд долл. В соответствии с диаграммой распределения прироста рынка e-learning по регионам лидером является азиатский регион, ежегодный прирост которого составляет 17,3% (рис. 1). Вторым по величине роста рынка электронного обучения является регион Восточной Европы с ежегодным приростом 16,9%. При этом необходимо отметить, что рост рынка данного региона, по данным отчета, происходит прежде всего за счет роста рынка e-learning в Российской Федерации [6].

Несмотря на тенденции устойчивого развития российского рынка e-learning в целом, практика успешного использования электронного обучения в корпоративном секторе на российском рынке достаточно ограничена. Кадровое агентство «Амплуа», анализируя рынок корпоративного e-learning, отмечает, что в настоящее время потребителями услуг e-learning являются прежде всего компании, имеющие широкую и постоянно меняющуюся-

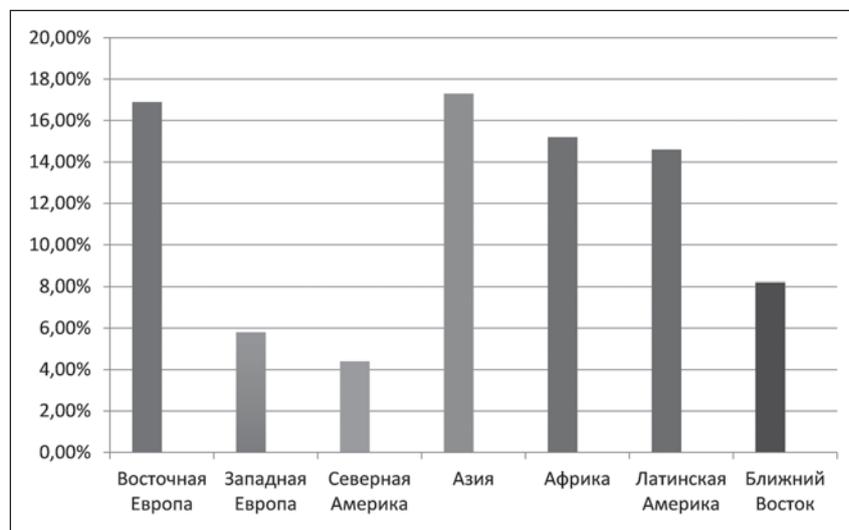


Рис. 1. Рост рынка e-learning в 2011–2016 гг. по регионам

Источник: <http://www.ambientinsight.com>

ся продуктовую линейку, которым необходимо регулярно проводить обучающие семинары по продуктам и услугам компании для большого количества сотрудников. К таким компаниям, например, можно отнести банки и страховые компании. Вторая группа компаний, активно использующих информационно-коммуникационные технологии в обучении персонала, – это компании, имеющие широко распределенную сеть региональных представительств или филиалов. Довольно часто применяют e-learning компании, использующие стандартизованные технологии и процедуры, например компании добывающей отрасли. Среди причин применения технологий e-learning работодатели отмечают следующие: удобство обучения большого числа сотрудников, экономия времени сотрудников, меньшая стоимость по сравнению с традиционным обучением, доступность электронных курсов для работников филиалов [7]. В этой связи актуальным остается вопрос: почему в настоящее время проникновение e-learning в корпоративном секторе российского рынка сравнительно низкое?

Отвечая на этот вопрос, хотелось бы отметить, что большинство зарубежных компаний, активно применяющих информационно-коммуникационные технологии в управлении организацией, в виртуальный формат переводят не только обучение персонала, а большинство HR-функций, начиная от рекрутинга и оценки и заканчивая продвижением и развитием персонала. Создание полноценного виртуального HR-пространства изменяет методы и инструменты управления персоналом, влияет на организационную культуру организации.

Безусловно, при таком системном подходе добиться значительного положительного эффекта от применения e-learning гораздо проще. Большинство российских компаний не имеют подобного опыта и внедряют передовые технологии только в подсистему обучения персонала.

Другим моментом, сдерживающим развитие корпоративного

электронного обучения, является сложившийся у многих российских компаний образ электронного обучения как возможности «запасного», более дешевого и менее качественного варианта обучения, целесообразность выбора которого зачастую обусловлена экономией бюджета.

Также хотелось бы обратить внимание на то, что на этапе внедрения e-learning российский рынок не мог похвастаться достаточным количеством высококвалифицированных провайдеров услуг электронного обучения. Как правило, рынок электронного обучения был представлен либо готовыми курсами, либо системами дистанционного обучения, СДО (Learning management system, LMS). В первом случае компании использовали обучающий продукт, не адаптированный к нуждам и специфическим особенностям компании, а во втором – не всегда осознавали, что LMS – это только оболочка, грамотное наполнение и использование которой требует больших профессиональных и организационных усилий. Вопросы электронной педагогики, повышения компьютерной грамотности персонала часто не прорабатывались в должной мере.

Все эти причины и обусловили достаточно негативный первоначальный опыт внедрения электронного обучения российскими компаниями. Однако процесс развития информатизации различных процессов управления и сегодняшние относительно сложные экономические условия вновь обращают взоры компаний в сторону применения электронного обучения. В этой связи важным является понимание глобальных трендов развития корпоративного обучения.

Эксперты известной консалтинговой компании «Делойт» в июле 2014 г. Джош Берсин, Джош Хаймс, Бил Пелстре и Бернард ван дер Вайвер представили отчет «Новый взгляд на корпоративное обучение». Авторы отчета считают, что 2014 год – год новой эры обучения и развития, в которой онлайн-контент, MOOCs, инструментарий совместной работы и социальные

медиа стали основным «топливом» модели обучения, в которой работники сами управляют своим развитием, а эксперты свободно делятся знаниями [8].

Рассмотрим указанные тренды развития корпоративного обучения подробнее.

Массовые онлайн-открытые курсы (MOOCs). Анализ западного рынка e-learning демонстрирует огромный интерес к использованию MOOC в корпоративном обучении. Некоторые компании предложили даже назвать 2014 год – годом MOOC в корпоративном секторе. Известные мировые компании выделяют следующие факторы, обосновывающие необходимость использования MOOCs [9]:

- формирование внешнего кадрового резерва, подготовка и привлечение кандидатов (Google, Amazon, Facebook);
- адаптация новых сотрудников (Intel);
- саморазвитие сотрудников (Datalogix);
- просвещение партнеров и клиентов (Sony);
- продвижение бренда (Bank of America);
- сотрудничество и инновации (Google).

Таким образом, применение технологий MOOCs не только выходит за рамки обучения персонала и охватывает более широкий спектр HR-процессов, в том числе рекрутинг и управление кадровым резервом, но и активно используется в маркетинговых кампаниях, играя роль источника расширенной информации о компании и ее продукте.

Социальное обучение. Организация обучения в социальных сетях (Facebook, LinkedIn, ВКонтакте) – явление далеко не новое. Джош Берсин, руководитель и основатель отделения Берсин компании «Делойт», назвал процесс размещения обучающих материалов в социальных сетях с последующим вовлечением персонала технологией «e-learning 2.0». Концепция социального обучения основана на технологии «e-learning 2.0», а также на принципах непрерывного и неформального обмена знаниями

между сотрудниками организации. В современных условиях система корпоративного обучения является не только источником корпоративных знаний, но и средой для обмена знаниями и неформального обучения сотрудников.

Стоит отметить, что среди инструментов обучения и развития персонала методы e-learning (обучение через LMS) являются более популярными по сравнению с социальным обучением и обучением с применением MOOCs. Так, по данным отчета о ежегодном обследовании, проводимого британским Лицензированным институтом управления персоналом и кадрового развития (CIPD), в 2014 г. наиболее популярными инструментами обучения и развития персонала стали обучение на рабочем месте, программы корпоративного развития и методы e-learning (рис. 2). При этом социальное обучение и применение MOOCs используется наименьшим числом респондентов. Авторы отчета также подчеркивают, что применение разнообразных технологий e-learning, включая социальное обучение и MOOCs, характерно для крупных работодателей.

Заметим, что традиционные методы e-learning основаны не только на применении LMS, но также могут реализовываться в форматах CBT (computer-based training), когда учебные материалы представляют собой мультимедийные курсы, обеспечивающие воспроизведение анимации, видео- и аудиоинформации, не требующие интерактивности и подключения к интернету. Также к инструментам e-learning можно отнести такой простой и удобный в применении инструмент, как вебинар.

Стоит также обратить внимание на популярность технологий blended learning (смешанного обучения), которые позволяют совмещать очные формы обучения при поддержке инструктора (преподавателя) с электронным обучением. Такой формат весьма популярен в западных компаниях (рис. 2). Российские компании также активно начинают использовать технологии blended learning, предлагая электронные учебные материалы в виде

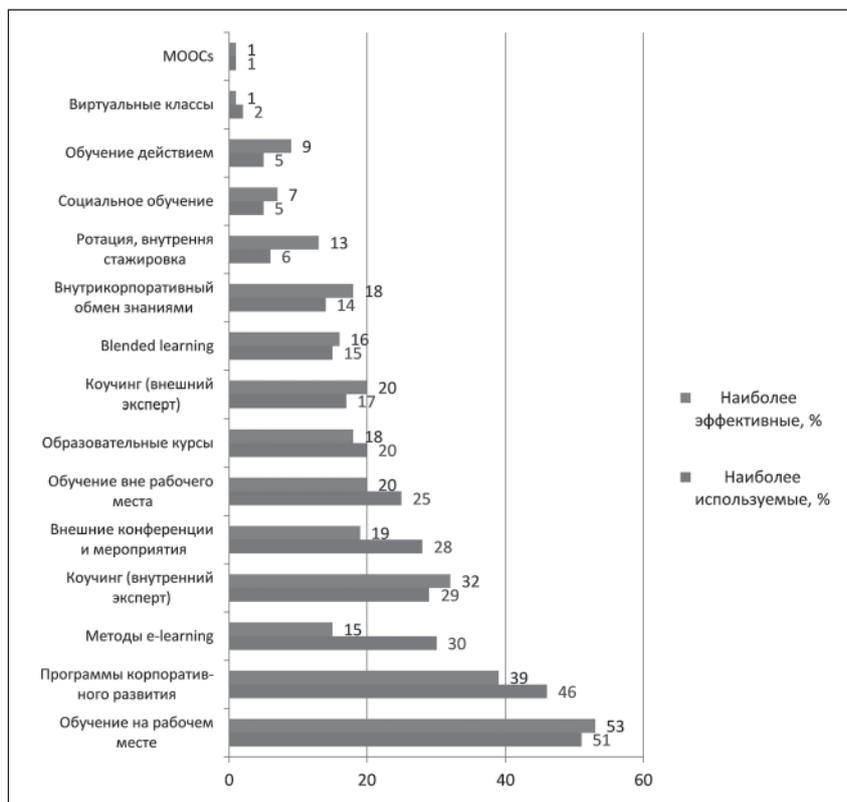


Рис. 2. Наиболее используемые и эффективные инструменты обучения и развития персонала

Источник: <http://www.cipd.co.uk/>

подготовки к очному обучению, а также в качестве посттренингового сопровождения.

Вопрос сочетания очных методов обучения персонала и технологий e-learning связан с категорией обучаемого персонала. Так, доля технологий e-learning в обучении топ-менеджеров российских компаний составляет 15%, менеджеров среднего звена – 38%, в то время как обучение специалистов почти в 70% случаев «доверяется» технологиям e-learning. Это связано с целями обучения, которые различаются для различных категорий персонала. Так, развитие личностных компетенций, таких, например, как лидерские качества, требует проведения обучения в формате очного тренинга при поддержке опытного тренера. При этом цели обучения специалистов в большинстве случаев подразумевают приобретение знаний о продукте или о рабочих процессах, которые сотрудник вполне может получить, самостоятельно изучив материалы и выполнив контрольные мероприятия и практически без участия тренера.

Такое обучение не требует очного формата и может быть реализовано посредством e-learning [7].

Таким образом, корпоративное обучение сегодня рассматривает e-learning не просто как один из альтернативных способов организации обучения, а как ответ потребностям современного общества, информатизация которого растет год от года. Поколение Y-работников ожидает, что корпоративное обучение должно быть таким же оперативным, доступным и быстрым, как Google поиск. Поэтому, на наш взгляд, проектируя систему развития и обучения персонала, компании должны учитывать тенденции развития современного общества и анализировать целесообразность использования новых решений, как, например, использование MOOCs или социального обучения.

Заключение

В заключение хотелось бы отметить, что, несмотря на относительно невысокий уровень внедрения

корпоративного e-learning российскими компаниями, сложно себе представить будущее корпоративного обучения на российском рынке без него. Глобальный рынок электронного обучения растет, в том числе и в России. Уровень информатизации населения достаточно высок. Поэтому есть все предпосылки для эффективного внедрения e-learning в российских компаниях. А в сегод-

няшних условиях снижения экономического роста важным преимуществом использования e-learning является его сравнительно более низкая стоимость. Исследования, проведенные корпоративным университетом Caterpillar, подтверждают, что электронное обучение менее затратно по сравнению с очным обучением, даже вне зависимости от числа обучающихся [10]. Однако

для того, чтобы электронное обучение было эффективным, необходимо, чтобы компания рассматривала его не как запасную альтернативу, а как новую возможность, внедрение которой, однако, потребует планирования, системного подхода, изменения в организационной культуре, новых подходов и инструментов в организации развития и обучения персонала.

Литература

1. *Шекина С.В., Ермошкин Н.Н.* Стратегическое управление персоналом в эпоху Интернета. – М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2002.
2. *Дойл Г.* Измерение коэффициента возврата на инвестиции в обучении персонала и HR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trainings.ru/library/articles/?id=7854>
3. *Берсин Д.* Увеличивающийся разрыв между тем, что нужно бизнесу, и тем, что дает образование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hrm.ru/uvlichivajushhijjsja-razryv-mezhdu-tem-chto-nuzhno-biznesu-i-tem-chto-daet-obrazovanie>
4. HR-портал: <http://hr-portal.ru/news/rossiyskie-kompanii-stali-bolshe-investirovat-v-obuchenie-personala>
5. *Наумов К.В.* Методология разработки программы обучения и развития персонала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cfin.ru/management/people/dev_val/preplanning_methodology.shtml
6. E-Learning Market Trends & Forecast 2014–2016 Report [Electronic resource]. – URL: <http://www.docebo.com/landing/contactform/elearning-market-trends-and-forecast-2014-2016-docebo-report.pdf>
7. *Дмитриева И., Михеев Ю.* E-learning – тренды и практика // Бизнес-издание «Я – № 1». – 2010, май. – С. 54–58. – Доступно на: http://www.trainings.ru/f/1/pics/ARB_Pro_2011.pdf
8. Deloitte University Press, 2014 [Electronic resource]. – URL: <http://dupress.com/articles/hc-trends-2014-corporate-learning-redefined/>
9. *Безяев П.* Создание и использование публичных дистанционных курсов в корпоративном секторе: Зачем? [Электронный ресурс] // Материалы конференции «Е-Практика 2014». – Режим доступа: <http://i-elearning.ru/wordpress/e-praktika-2014-vpechatleniya-i-dokld.html>
10. *Goldstyn J.F.* Caterpillar: Building Best Practices in E-Learning [Electronic resource]. – URL: http://www.clomedia.com/articles/caterpillar_building_best_practices_in_e_learning