



Научно-практический журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
№ 2 (97) 2013

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

- Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков, Е.М. Кон*
К вопросу о формировании компетенций при разработке основной образовательной программы..... 4
- Н.А. Мамедова*
Роль автоматизированных информационных систем (АИС) в реализации принципов федеральной контрактной системы в регионе 11

УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

- Н.Л. Коровкина, В.В. Таратухин, Ю.В. Курпьянов*
Разработка оригинального подхода к организации практических занятий прикладной учебной дисциплины 16
- В.Ф. Очков*
Преподавание математики и математические пакеты 26

КАЧЕСТВО ЗНАНИЙ

- А.А. Мицель, А.А. Погуда, К.А. Семенов, А.Е. Утешева*
Методы тестирования знаний на основе применения аппарата нейронной сети..... 34

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- О.В. Белицкая*
Анализ подходов к определению понятия «образовательное медиапространство» 42
- Н.Н. Горбачев*
Регулярная актуализация учебно-методического контента с использованием метаданных на основе моделирования предметной области 46
- С.Ф. Сергеев*
Искусственный и естественный интеллекты в техногенных образовательных средах 52

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Г.Н. Зверев, Н.Н. Зверева*
Семиотические модели и автоматизация конструирования педагогических тестов..... 61
- Д.П. Олейников, Л.Н. Бутенко, С.П. Олейников*
Оценка рукописей для их принятия в производство в издательстве.. 72

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

- Большакова А.С., Виноградов И.М., Гольчевский Ю.В.*
Опыт привлечения студентов к значимым информационным проектам на примере разработки мультимедийного диска «Медное художественное литье XVI–XX вв. из собрания Национального музея Республики Коми» 78
- Д. Лайт, Э. Пирсон*
Анализ внедрения модели «1 ученик : 1 компьютер»: исследование опыта работы в школах Москвы и Нижегородской области..... 85



Scientific and practical journal

OPEN EDUCATION
№ 2 (97) 2013

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

- Efim L. Kon, Vladimir I. Freyman, Alexander A. Yuzhakov, Ekaterina M. Kon*
Developing competences at the basic educational program
implementation 4
- Natalia A. Mamedova*
The role of the automated informational system in realization of federal
contract system principals in a region..... 11

EDUCATIONAL RESOURCES

- Nina L. Korovkina, Victor V. Taratoukhine, Yury V. Kupriyanov*
Development of an original approach to designing the practical part of
a study course..... 16
- Valery F. Ochkov*
Mathematical education and mathematical software 26

QUALITY OF KNOWLEDGE

- Artur A. Mitsel, Aleksey A. Poguda, Konstantin A. Semenov, Anastasia
E. Utesheva*
Testing methods of knowledge on the basis of neural network 34

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Oksana V. Belitskaya*
Analysis of approaches to «educational media space» definition..... 42
- Nikolai N. Gorbachev*
Permanent updating of educational content using knowledge domain-
based metadata 46
- Sergey F. Sergeev*
Artificial and natural intelligence in anthropogenic educational
environments 52

NEW TECHNOLOGIES

- Gennady N. Zverev, Nina N. Zvereva*
Semiotic models and automatization of pedagogical tests design 61
- Denis P. Oleynikov, Lyudmila N. Butenko, Sergey P. Oleynikov*
Evaluation of manuscripts for adoption into publishing house
production 72

DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE

- Alexandra S. Bolshakova, Igor M. Vinogradov, Yury V. Golchevskiy*
Experience in student participation in the meaningful information
projects by the example of development of multimedia application
«Copper art molding of XVI–XX centuries from the collection of the
National Museum of the Komi Republic» 78
- Dr. Daniel Light, Elizabeth Pierson*
Highlighting changes in two russian schools with successful one-to-one
laptop programs: Moscow and Nizhny Novgorod case studies..... 85

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»

К вопросу о формировании компетенций при разработке основной образовательной программы

В статье предлагаются подходы к решению ряда частных задач в рамках актуальной проблемы – реализации компетентностного подхода к высшему профессиональному образованию в рамках Федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения. Проанализирована компетентностная модель выпускника. Предложены формальные способы описания взаимосвязи компонентной структуры компетенций и средств формирования для различных видов аудиторной и самостоятельной работы студентов. Предлагаемые подходы находятся в процессе апробации при формировании и реализации основных образовательных программ бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в Пермском национальном исследовательском политехническом университете.

Ключевые слова: компетентностная модель выпускника, учебно-методический комплекс дисциплины, дисциплинарная компетенция, компонентная структура компетенции, виды аудиторной и самостоятельной работы студентов.

DEVELOPING COMPETENCES AT THE BASIC EDUCATIONAL PROGRAM IMPLEMENTATION

The article holds suggested approaches to the solutions of some private tasks within the actual problem – the realization of competence-based approach to higher education within third generation of the Federal state educational standards. The competence model of a graduate is analyzed. The formal methods of the competence component structure and forming tools for different kinds of the students class work and self work interaction description are offered. The suggested approaches are on a probation stage of Bachelors and Masters basic education programs on 210700 «The infocommunication technologies and communication systems» designing and realization process at Perm National Research Polytechnical University.

Keywords: competence graduate model, educational and methodical discipline complex, discipline competence, component structure of competence, classroom and self-study students work types.

1. Актуальность проблемы.

Постановка задачи

Система высшего профессионального образования (ВПО) в России находится на очередном этапе модернизации, имеющем объективные и субъективные причины. Те и другие причины обусловлены необходимостью повышения количественных и качественных показателей ВПО.

Объективной причиной является переход системы ВПО на Федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения (ФГОС-3). Это вызвано необходимостью реализации Болонских соглашений, по которым Россия всту-

пила в европейское образовательное пространство. Основные задачи, которые при этом поставлены перед системой ВПО, можно классифицировать следующим образом:

1) унификация сроков, целей, структуры и содержания направлений и специальностей подготовки соответствующих уровней (бакалавр, специалист, магистр) с европейской системой ВПО;

2) переход к универсальной системе освоения структурных единиц (дисциплин) образовательных программ в виде зачетных единиц трудоемкости (ЗЕТ, кредит);

3) обеспечение мобильности образовательного процесса с воз-

можностью трансферта (перезачета) дисциплин (модулей) между разными вузами, в том числе и европейскими;

4) компетентностный подход к формированию структуры и содержания ФГОС-3.

Субъективной причиной является назревшая необходимость в повышении эффективности высшего образования как одного из ключевых факторов увеличения темпов роста социально-экономического развития нашей страны. В этой связи можно указать переход от «знаниевой» парадигмы образования к «деятельностной». Он характеризуется повышением важности



Ефим Львович Кон,
к.т.н., профессор, руководитель
сектора «Инфокоммуникационные
и распределенные информационно-
управляющие системы» кафедры
«Автоматика и телемеханика»
Тел.: 8 (342) 239-18-16
Эл. почта: kel@at.pstu.ru
Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет
http://at.pstu.ru

Efim L. Kon,
Ph. D., Professor,
head of «The infocommunication
and distributed information-control
systems» sector, the «The Automatic and
telemechanics» department
Tel.: 8 (342) 239-18-16
E-mail: kel@at.pstu.ru



Владимир Исаакович Фрейдман,
к.т.н., доцент,
заместитель заведующего кафедрой
«Автоматика и телемеханика»
Тел.: 8 (342) 239-18-16
Эл. почта: vfrey@mail.ru
Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет
http://at.pstu.ru

Vladimir I. Freyman,
Ph. D., senior lecturer,
deputy head of «The Automatic and
telemechanics» department
Tel.: 8 (342) 239-18-16
E-mail: vfrey@mail.ru

(и удельной трудоемкости) тех составляющих учебного процесса, которые формируют у студента готовность (способность) к самостоятельному применению полученных знаний и умений в практической профессиональной деятельности, а именно:

- значительным увеличением количества практических занятий (семинаров) и лабораторных работ при снижении лекционной составляющей аудиторных занятий;
- активным использованием контролируемой самостоятельной работы (особенно в магистратуре), поскольку именно так у обучающихся должна быть сформирована готовность к будущей профессиональной деятельности;
- повышением роли практических занятий, лабораторных работ и практик как закрепляющих факторов формирования компетенций;
- введением научно-исследовательской работы (в том числе в бакалавриате), что позволит привить выпускникам навыки самостоятельной работы при поиске и систематизации информации, овладении современным инструментарием, критическом анализе полученных результатов, подготовке отчетной документации, стремлении к творческому выполнению работы и т.д.;
- активным участием потенциальных работодателей в выборе профиля подготовки (для бакалавриата), специализации (для специалитета), магистерской программы (для магистратуры), формировании вариативной части учебного плана, проведении практик, совместном проведении учебных занятий, обеспечении научно-исследовательской работы и т.д.

Анализируя основные направления модернизации системы ВПО, можно выделить ряд ключевых задач:

1. Усилить взаимодействие образовательных учреждений с потенциальными работодателями, привлечь их к совместной реализа-

ции образовательной деятельности, особенно в рамках практических видов занятий, выполнения выпускных квалификационных работ по тематике и заказам «продвинутых» работодателей, формировании *квалификационных требований* (КТР), в соответствии с которыми строится вариативная (профильная) часть основной образовательной программы [1, 2].

2. Выбрать в профессиональной области одно (или несколько) направлений развития и строить основную образовательную программу в соответствии с *вектором развития направления* (ВРН). Это позволит сохранить подход и методологию построения основной образовательной программы при изменениях технологий, аппаратно-программной базы, смены потенциальных работодателей и т.д. [1, 2].

3. Обеспечить возможность выбора индивидуальной образовательной траектории студентом за счет введения в вариативную часть учебного плана соответствующего количества номенклатуры дисциплин по выбору. Обеспечить мобильность студента путем организации обучения в различных вузах, в том числе с применением современных образовательных технологий, например дистанционно.

4. Разработать методику оценки уровня освоения компетенций через оценки элементов каждого из компонентов («знать», «уметь», «владеть») дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках различных видов аудиторной и самостоятельной работы студентов.

5. Предложить и апробировать методику внедрения контуров управления учебным процессом на различных уровнях (модуль, дисциплина, цикл (раздел), основная образовательная программа) для оперативного и эффективного контроля качества формируемых элементов компетенций [1, 2].

6. Разработать и внедрить системы автоматизации наиболее сложных и слабоформализуемых этапов разработки и реализации основных образовательных программ, например, формирования компетентностной модели выпускника,



Александр Анатольевич Южаков,
д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой
«Автоматика и телемеханика»
Тел.: 8 (342) 239-18-16
Эл. почта: uz@at.pstu.ru
Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет
<http://at.pstu.ru>

Alexander A. Yuzhakov,
D. Engr., Professor,
head of «The Automatic and
telemechanics» department
Tel.: 8 (342) 239-18-16
E-mail: uz@at.pstu.ru
The Perm national research polytechnical
university
<http://at.pstu.ru>



Екатерина Михайловна Кон,
д.м.н., профессор,
Тел. 8 (342) 2-39-33-17
Эл. почта: kel@at.pstu.ru
Пермская государственная
медицинская академия им. академика
Е.А. Вагнера
<http://psma.ru>

Ekaterina M. Kon,
M. D., professor
Tel.: 8 (342) 2-39-33-17
E-mail: kel@at.pstu.ru
The Perm state medical academy named
academician E.A. Vagner
<http://psma.ru>

контрольных (тестовых) заданий для проверки уровня освоения элементов дисциплинарных компетенций (знаний, умений, владений), управления качеством учебного процесса.

В работах отечественных ученых ведущих вузов России (Московский институт стали и сплавов, Московский государственный университет, Томский политехнический университет, Красноярский государственный университет и др.) на протяжении последних лет поставленные задачи в схожей формулировке достаточно активно обсуждаются. Однако можно отметить сравнительно небольшое количество работ, имеющих практическую направленность, дающих формализованный подход к решению указанных проблем. Одной из причин этого является, на наш взгляд, сложность реализации универсального подхода, учитывающего специфику конкретной профессиональной области, структуру образовательного процесса, традиции учебного заведения и т.п. Также важной причиной может являться закрытость такого рода информации вследствие ее уникальности, т.е. на правах интеллектуальной собственности.

Аналогичная ситуация наблюдается и в материалах зарубежных (Германия, Франция, Италия, Великобритания, США и т.д.) университетов, решающих задачи уровневой подготовки, компетентностного подхода, практической направленности обучения на гораздо более протяженном временном интервале. Поэтому актуальной является задача адаптации европейского опыта (особенно в рамках реализации Болонского соглашения) в современных российских реалиях.

Целью настоящей статьи является решение ряда частных задач в составе важной проблемы – разработка методологии формирования и оценки уровня освоения компетенций. Речь идет о разработке методики формирования элементов компетенций для различных видов аудиторной и самостоятельной работы студентов. В качестве условий реализации выбрана структурная единица основной образовательной

программы – учебная дисциплина. Результаты применения предложенного подхода использованы при разработке учебно-методических комплексов дисциплин профессионального цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров и магистров по направлению 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ).

2. Структура компетентностной модели выпускника

Основная образовательная программа (ООП) подготовки по направлению (в статье будем иметь в виду уровневую систему «бакалавр – магистр», для специалитета все дальнейшие построения аналогичны) представляет собой совокупность документов, обеспечивающих формирование и контроль уровня освоения закрепленных компетенций. Основными документами для проектирования ООП являются:

- федеральный государственный образовательный стандарт по соответствующему направлению (специальности) подготовки;
- руководящие документы (положения), разработанные Министерством образования и науки РФ;
- рекомендации (примерный перечень профилей, примерные учебные планы, аннотации к рабочим программам дисциплин и т.д.), разработанные Учебно-методическими объединениями (УМО) Вузов в конкретной профессиональной области;
- руководящие документы (приказы, распоряжения, стандарты), разработанные в рамках вуза.

Обратим внимание на тот факт, что содержательная часть ООП, в том числе способы формирования и оценки компетенций, определяется вузом, который обязан обеспечивать гарантию качества подготовки [3]. Это требует от соответствующих служб вуза (например, Управления образовательных программ, Центра управления качеством об-

разования, ПНИПУ) разработки широкой номенклатуры документов по методическому обеспечению качественного решения поставленных задач. К тому же статус «национального исследовательского университета» дает право разработать собственный образовательный стандарт.

Разработка основной образовательной программы подготовки по направлению начинается с формирования компетентностной модели выпускника (КМВ). В состав КМВ, которые разрабатываются в ПНИПУ, включаются следующие документы [4]:

1. Основные положения, описывающие актуальность реализации и общую структуру ООП. Необходимость реализации ООП находит отражение в формулировке профиля подготовки (специализации, магистерской программы), которые ориентируются на потенциальных работодателей региона.

2. Характеристика профессиональной деятельности, в которой обосновывается согласованный с потенциальными работодателями выбор видов деятельности выпускника.

3. Требования к результатам освоения, в которых приводятся соответствующие выбранному профилю и видам деятельности общекультурные (ОК) и профессиональные (ПК) компетенции, указанные в ФГОС, дополнительные (согласованные с потенциальными работодателями) профильноспециализированные компетенции (ПСК), а также определенный из экспертной оценки и анкетирования потенциальных работодателей предполагаемый уровень освоения каждой компетенции.

4. Матрица отношения компетенций и дисциплин (разделов) – структура, в которой указывается соответствие компетенций и формирующих их дисциплин или разделов. При формировании матрицы отношения компетенций и дисциплин необходимо придерживаться требований ФГОС, в которых указано закрепление обязательной части компетенций за соответствующим циклом дисциплин или разделом. Также внутривузовским

стандартом формулируются дополнительные ограничения на количество дисциплин или разделов, формирующих одну компетенцию, и количество компетенций (частей), формируемых в рамках одной дисциплины или раздела. Эти ограничения определяются требованиями равномерности покрытия, зависимости количественных показателей от предполагаемой трудоемкости дисциплины, практически реализуемыми формами контроля и т.д.

Результаты заполнения матрицы отношений дисциплин и компетенций находят отражение в разрабатываемых далее паспортах компетенций, базовом (БУП) и рабочих учебных планах (РУП), рабочих программах дисциплин (РПД) и программах частей разделов (практик, научно-исследовательской работы студентов и т.п.). Очевидно, что задача покрытия, решаемая при заполнении матрицы, обусловлена неоднозначностью выбора студентом индивидуальной образовательной траектории и не имеет единственного решения [1, 2]. Поэтому она может быть решена итеративно, оценена качественно, а результаты в дальнейшем могут быть пересмотрены и скорректированы.

5. Паспорта компетенций – документы, в которых раскрывается структура каждой компетенции, т.е. части, закрепленные за соответствующими дисциплинами или разделами, а также их элементы (знания, умения, владения – ЗУВ). В разработке паспортов компетенций принимают участие ведущие преподаватели и сотрудники выпускающей и/или профильной кафедр, отвечающие за реализацию соответствующих дисциплин и разделов, а также руководство кафедры и направления подготовки.

Для представления каждой компетенции применяется следующая структура [4]. Компетенция разбивается на *части*, называемые *дисциплинарными компетенциями* (ДК), как правило, соответствующие участвующим в формировании данной компетенции учебным дисциплинам. Для каждой дисциплинарной компетенции принимается *компонентная структура* – знания,

умения, владения. Каждый компонент представляется набором *элементов* в формулировке «Знать...», «Уметь...», «Владеть...», далее называемых «элементами дисциплинарной компетенции».

Структура разработанной и утвержденной дисциплинарной компетенции (или компетенций, если их в рамках одной дисциплины или раздела реализуется несколько) далее используется при разработке рабочей программы дисциплины или программы раздела [2]. Как правило, разработка паспортов компетенций ведется параллельно с реализацией документов из состава учебно-методических комплексов дисциплины (УМКД), например, аннотацией дисциплины, презентацией дисциплины или рабочей программы дисциплины. Это позволяет в итеративном порядке уточнять формулировки и обеспечить качество содержательной части дисциплин.

Кроме компетентностной модели, в состав документации ООП входят базовый (БУП) и рабочие учебные планы (РУП), учебно-методические комплексы дисциплин и разделов, программа итоговой государственной аттестации, методическая документация. Для решения поставленных задач предполагается, что документация компетентностной модели выпускника и учебные планы уже разработаны.

Далее будут исследованы способы формирования частей и элементов компетенций в рамках построения учебно-методического комплекса дисциплины (приводится пример профессиональной (профильной) дисциплины, что не отрицает применения предложенного подхода для дисциплин других циклов). Это позволит формализовать процесс разработки УМКД, а также продумать структуру формирования и контроля элементов компетенций в рамках конкретной дисциплины. Практико-ориентированные подходы к решению указанных частных задач, на наш взгляд, недостаточно отражены в опубликованных научных работах данной тематики, и поэтому авторы далее приводят собственные наработки.

Таблица 1

Индекс	Формулировка компетенции ИК
ИК	Способен ...

Таблица 2

Индекс	Формулировка дисциплинарной компетенции ИК-п.ИД
ИК-п.ИД	Способен ...

Таблица 2

Индекс	Формулировка элементов дисциплинарной компетенции ИК-п.ИД
ИК-п.ИД-ИЭ	Знать ...
ИК-п.ИД-ИЭ	Уметь ...
ИК-п.ИД-ИЭ	Владеть ...
...	...

3. Способы формирования элементов дисциплинарных компетенций

В рабочую программу дисциплины из паспортов компетенций, закрепленных за ней, переносятся компонентные структуры дисциплинарных компетенций, а именно индексы и формулировки компетенций, дисциплинарных компетенций и их элементов (табл. 1–3). Это необходимо для реализации компетентного подхода к проектированию РПД, который в данной постановке заключается в выявлении эффективных способов формирования и адекватных средств контроля элементов компетенций. Таблиц вида 1–3 приводится столько, сколько дисциплинарных компетенций формируется в рамках данной дисциплины. Если дисциплина (например, гуманитарной, социально-экономической, математической, естественно-научной, общепрофессиональной направленности) входит в состав нескольких основных образовательных программ, то количество таблиц и соответствующих им компонентных структур дисциплинарных компетенций увеличивается.

Раскроем условные обозначения, используемые в табл.:

- ИК – индекс компетенции (например, ОК-3, ПК-5 или ПСК-2), заимствуется из документа «Требования к результатам освоения» в составе КМВ;
- ИК-1...ИК-п – обозначение части компетенции с индексом ИК, устанавливается в соответствии с порядковым номером дисциплинарной компетенции в паспорте компетенции (например, ПК-5-2.Б2_В3);

- ИД – индекс дисциплины или раздела (например, Б2_В3 – дисциплина бакалавриата (Б), цикл математический и естественно-научный (2), вариативная часть (В), порядковый номер дисциплины (3)), заимствуется из учебного плана;
- ИЭ – индекс элемента соответствующего элемента компонента ДК (Z_i, Y_j, V_k), i, j, k – порядковые номера элементов.

В общем случае дисциплина принимает участие в формировании нескольких компетенций, а в

одной компетенции – нескольких частей (дисциплинарных компетенций), в частном случае – одной. Однотипных элементов («знать», «уметь» или «владеть») в рамках дисциплинарной компетенции тоже может быть несколько, в частном случае – по одному каждого типа (или даже не всех типов, например, только «знать» и «уметь»). Очевидно, что для учебной дисциплины элемент «знать» является обязательным и по количеству, как правило, должен превышать остальные элементы. В рамках внутривузовских стандартов предполагается введение рекомендаций (параметрических ограничений), поскольку каждый элемент, как это будет показано ниже, формируется определенными видами занятий (а в дальнейшем и контролируется соответствующими формами и средствами), что при больших значениях громоздко и затруднительно. Например, может быть предложена следующая система соотношения параметров элементов «знать», «уметь», «владеть»: минимум «3–2–0» («знать» – 3,

Таблица 4

Индекс	Формулировка компетенции
ПК-18	Способен спланировать и провести необходимые экспериментальные исследования, по их результатам построить адекватную модель, использовать ее в дальнейшем при решении задач создания и эксплуатации инфокоммуникационного оборудования.

Таблица 5

Индекс	Формулировка дисциплинарной компетенции
ПК-18-1. Б3_В11	Способен обосновать и применить способы обеспечения требуемых вероятностных характеристик достоверности передачи данных в инфокоммуникационных сетях.

Таблица 6

Индекс	Формулировка элементов дисциплинарной компетенции
ПК-18-1. Б3_В11-З ₁	Знать способы оценки вероятностно-временных характеристик достоверности систем передачи с заданной статистикой ошибок.
ПК-18-1. Б3_В11-З ₂	Знать основные соотношения для расчета параметров систем передачи, использующих различные способы повышения помехоустойчивости.
ПК-18-1. Б3_В11-З ₃	Знать структурные методы повышения помехоустойчивости.
ПК-18-1. Б3_В11-З ₄	Знать подходы к реализации кодирующих и декодирующих устройств помехоустойчивых кодов.
ПК-18-1. Б3_В11-У ₁	Уметь рассчитать параметры и вероятностно-временные характеристики систем передачи, использующих помехоустойчивое кодирование.
ПК-18-1. Б3_В11-У ₂	Уметь построить и промоделировать работу кодирующих и декодирующих устройств помехоустойчивых кодов.
ПК-18-1. Б3_В11-В ₁	Владеть навыками проектирования систем передачи с требуемыми показателями достоверности в заданном аппаратно-программном базисе.

«уметь» – 2, «владеть» – 0), максимум «6–4–2» («знать» – 6, «уметь» – 4, «владеть» – 2).

Рассмотрим пример компонентной структуры одной дисциплинарной компетенции [5, 6] в формате «4–2–1», формируемой дисциплиной «Общая теория связи» (шифр дисциплины по учебному плану БЗ_Б11) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (табл. 4–6).

В приведенном примере в рамках рассматриваемой дисциплинарной компетенции формируется 4 элемента «знать», 2 элемента «уметь», 1 элемент «владеть».

При дальнейшей разработке рабочей программы дисциплины должно быть указано, какими видами аудиторной и самостоятельной работы студентов предполагается формирование каждого из элементов всех закрепленных за дисциплиной частей компетенций (дисциплинарных компетенций). Предлагается составить таблицу, в которой установлено соответствие между каждым элементом части компетенции и видом работы (аудиторной или са-

мостоятельной), в которой предполагается этот элемент сформировать (табл. 7). Для удобства восприятия табл. 7 разделена на две составляющие, соответствующие аудиторной и самостоятельной работе.

При заполнении табл. 7 может быть реализовано множество вариантов покрытия, которое зависит от профиля подготовки (например, технический или гуманитарный), от номенклатуры аудиторных занятий, от форм самостоятельной работы и т.д. Для выбранного в качестве примера направления 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» дисциплины профессионального цикла, как правило, имеют примерно одинаковую структуру:

- аудиторная работа: лекции (ЛК), практические занятия (ПЗ), лабораторные работы (ЛР);
- самостоятельная работа: изучение теоретического материала (ИТМ), выполнение домашних заданий (ДЗ) в виде индивидуальных заданий, рефератов, докладов, статей и т.п., подготовка к допуску и защите лабораторных работ (ЗЛР), курсовое проектирование (КП). В табл. 7

индексы l, m, n показывают количество элементов в одной дисциплинарной компетенции.

Для эффективного распределения видов работы с учетом ресурсных ограничений необходимо придерживаться определенной логики при заполнении табл. 7. С учетом приведенной типовой структуры далее предлагаются рекомендации по распределению видов работы по элементам частей компетенции (очевидно, что процесс составления (заполнения) таблиц является итеративным, а рекомендации имеют общий характер и могут использоваться в качестве нулевой итерации).

Для введенных выше допущений о возможных видах работы студентов будем считать, что знания в основном формируются при прослушивании лекций и самостоятельном изучении теоретического материала в рамках тематического учебного плана, подготовки к допуску, выполнению и защите лабораторных работ, изучения инструментальной среды проектирования (моделирования) и т.д.

Умения можно сформировать в процессе практических занятий, выполнения домашних заданий (индивидуальных заданий, рефератов, докладов, статей и т.п.) и при проведении, подготовке отчетов и защите лабораторных работ.

Владения могут быть сформированы в процессе самостоятельного выполнения творческих этапов исследовательских лабораторных работ, в рамках курсового проектирования, в том числе при разработке междисциплинарных проектов, в процессе прохождения практик на базовых профильных предприятиях и в организациях, при выполнении выпускной квалификационной работы.

На следующих итерациях проводится анализ покрытия элементов дисциплинарной компетенции соответствующими видами занятий дисциплины, исключение дублирования, перегрузки и т.д. При распределении можно ввести дополнительные ограничения, например, такое: считать, что структурная единица учебного процесса (лекция, тема самостоятельного изучения, практическое занятие,

Таблица 7

ЗУВ \ ИК-1.ИД		Средства формирования компетенций в рамках аудиторной работы													
		ЛК				ПЗ				ЛР					
		1	2	...	$N_{ЛК}$	1	2	...	$N_{ПЗ}$	1	2	...	$N_{ЛР}$		
ИК-1.ИД	Z_1	+		...			...				...
	Z_l			...	+			...							...
	Y_1			...		+		...							...
	Y_m			...				...	+						...
	V_1			...				...		+					...
	V_n			...				...							+
...															

ЗУВ \ ИК-1.ИД		Средства формирования компетенций в рамках самостоятельной работы													
		ИТМ				ДЗ				ЗЛР				КП	
		1	2	...	$N_{ИТМ}$	1	2	...	$N_{ДЗ}$	1	2	...	$N_{ЗЛР}$		
ИК-1.ИД	Z_1	+		...			...				...
	Z_l			...	+			...							...
	Y_1			...		+		...							...
	Y_m			...				...	+						...
	V_1			...				...		+					+
	V_n			...				...						+	+
...															

домашнее задание и т.д.) участвует в формировании только одного элемента каждого компонента ДК (знание, умение, владение) либо не более порогового значения, заданного внутренним стандартом вуза. Это позволит значительно упростить формирование тестовых заданий при оценке уровня освоения элементов ДК при проведении аттестации, а также перечень корректирующих мероприятий.

Предложенный формализованный подход к разработке части рабочей программы дисциплины, в котором решаются вопросы задания способов формирования элементов закрепленных за учебной дисциплиной компетенций, является основой для разработки остальных документов учебно-методического комплекса дисциплины.

Предлагаемые в статье решения поставленных частных задач находятся на этапе апробации при разработке и внедрении методического и информационного обеспечения автоматизированной системы управления качеством учебного процесса в Пермском национальном исследовательском политехническом университете.

Заключение

В статье приведены результаты решения поставленных частных задач, связанных с определением способов по формированию элементов дисциплинарных компетенций в рамках учебной дисциплины в составе основной образовательной программы. Перечислим основные результаты.

1. Проанализирована структура ядра основной образовательной программы – компетентностной модели выпускника, на предмет формализации имеющейся в ней информации для разработки документов в составе учебно-методического комплекса дисциплин.

2. Предложены подходы к итеративной процедуре построения матрицы соответствия элементов дисциплинарных компетенций и видов аудиторной и самостоятельной работы, участвующих в их формировании.

3. Даны рекомендации для распределения видов работы студента по элементам частей компетенций, закрепленных за конкретной учебной дисциплиной.

4. Указаны место и условия апробации полученных результатов.

Литература

1. Данилов А.Н., Кон Е.Л., Южаков А.А., Кон Е.М. Модель многоканального управления учебным процессом высшей школы // Открытое образование. – 2012. – № 2. – С. 11–15.
2. К вопросу о подготовке и оценке компетенций выпускников высшей школы с использованием модулей «Вектор развития направления» и «Квалификационные требования работодателей» / Е.Л. Кон и др. // Открытое образование. – 2012. – № 3 – С. 17–29.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 210700 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (квалификация (степень) «бакалавр») / Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 декабря 2009 г. № 785.
4. Формирование компетентностной модели выпускника высшей школы как ожидаемого результата освоения основной образовательной программы (по уровню и направлению подготовки): методические рекомендации для разработчиков основных образовательных программ нового поколения / сост. И.Д. Столбова, Ю.Н. Симонов; под ред. проф. Н.Н. Матушкина. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 31 с.
5. Фрейман В.И. Разработка учебно-методического комплекса дисциплины в соответствии с ФГОС нового поколения // Вестник Пермского государственного технического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2009. – № 3. – С. 47–50.
6. Фрейман В.И. Разработка компетентностной модели выпускника (бакалавра) по направлению 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» («Телекоммуникации») // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2010. – № 4. – С. 93–98.

Роль автоматизированных информационных систем (АИС) в реализации принципов федеральной контрактной системы в регионе

Объектом исследования данной статьи является система управления закупками региона. Рассмотрены возможности автоматизации деятельности по размещению и публикации информации о закупках для государственных и муниципальных нужд региона с учетом принципов федеральной контрактной системы.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, размещение заказа для государственных и муниципальных нужд, федеральная контрактная система, региональная контрактная система.

THE ROLE OF THE AUTOMATED INFORMATIONAL SYSTEM IN REALIZATION OF FEDERAL CONTRACT SYSTEM PRINCIPALS IN A REGION

The object of the research is a system of region purchasing governance. The resources of automation of placement of an order and information purchasing placing were considered. That was true of government and municipal local requirements subject to federal contract system principals.

Keywords: automated informational system, placement of an order for government and municipal local requirements, federal contract system, region contract system.

Изменения законодательства в сфере размещения заказа для государственных, муниципальных нужд, а также для нужд бюджетных учреждений значительно повлияли на организацию закупочной деятельности в субъектах и муниципальных образованиях РФ. К таким основополагающим изменениям относится необходимость размещения информации о заказах на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг (ООС) на едином общероссийском официальном сайте в сети Интернет. Существенно повлияло на организацию закупочной деятельности также определение такого способа размещения заказа, как открытый аукцион в электронной форме, для значительного перечня товаров, работ, услуг, размещение заказа по которым необходимо осуществлять на пяти электронных площадках, отобранных Минэкономразвития России и Федеральной антимонопольной службой России.

Наиболее перспективным направлением развития в системе закупок до сих пор является построение в субъектах и муниципальных образованиях РФ контрактных систем по принципу Федеральной контрактной системы (ФКС). Федеральная контрактная система – полноценная и прозрачная система, обеспечивающая единый цикл организации закупок и способная регулировать весь процесс государственного заказа с момента определения потребности государственного заказчика до окончательного анализа результата закупок. ФКС включает несколько обязательных этапов формирования и размещения госзаказа, исполнения и мониторинга государственных контрактов. 1 сентября 2011 года на официальном сайте Минэкономразвития России был опубликован проект Федерального закона «О федеральной контрактной системе». Законопроект направлен

на регулирование закупок товаров, работ и услуг для государственных и муниципальных нужд и должен будет заменить действующее законодательство.

Мотивацией для активизации такого процесса является стремление реализовать единый цикл планирования, формирования, размещения заказа, а также исполнения государственных, муниципальных контрактов, гражданско-правовых договоров на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг.

Произошедшие изменения привели к отказу от информационных систем, которые ограничивались автоматизацией деятельности уполномоченного органа по размещению информации о размещении заказа в сети Интернет. Сегодня объем потребности в средствах организации закупочной деятельности вырос в десятки раз за счет вовлечения напрямую в систему заказа всех субъектов, действующую



Наталья Александровна Мамедова,

к.э.н., доц.,

доцент кафедры ГиМУ МЭСИ

Тел.: 8 (926) 564-17-75

Эл. почта: ntamedova@newmail.ru

Московский государственный

университет экономики, статистики

информатики

(МЭСИ)

www.mesi.ru

Natalia A. Mamedova,

PhD in Economics, Associate Professor

at State and Municipal Management

Department, MESI

Тел.: 8 (926) 564-1775

E-mail: ntamedova@newmail.ru

www.mesi.ru

щих в этой сфере, и растущего в арифметической пропорции объема закупок. Теперь стали актуальны средства интеграции систем управления процессами, связанные с размещением заказа, в единые системы управления бюджетным процессом в субъектах и муниципальных образованиях РФ. Автоматизированные информационные системы (АИС) предназначены для организации эффективного управления закупками продукции для государственных, муниципальных нужд и нужд бюджетных учреждений в органах исполнительной власти субъектов и муниципальных образований РФ.

АИС способствуют развитию единой системы управления бюджетным процессом в субъектах и муниципальных образованиях РФ по принципу Федеральной контрактной системы. С их помощью происходит повышение уровня планирования расходования бюджетных и внебюджетных средств на очередной финансовый год путем задания целевых финансовых и предметных границ закупок продукции для государственных, муниципальных нужд и нужд бюджетных учреждений. Таким образом, АИС выполняют функцию информационного обеспечения государственных, муниципальных и иных заказчиков, органов, уполномоченных на координацию деятельности в сфере планирования заказа, органов, уполномоченных на размещение заказа, финансовых органов, органов, уполномоченных на контроль и мониторинг исполнения контрактов.

АИС развивается по следующим основным направлениям в системе размещения государственного и муниципального заказа:

- прогнозирование и планирование государственных, муниципальных нужд;
- размещение государственного, муниципального заказа;
- исполнение государственного, муниципального контракта;
- мониторинг, приемка и использование результатов, управление созданными активами.

Эти направления составляют основное содержание комплекса

работ по разработке и апробации в субъектах Российской Федерации технологий формирования и обеспечения функционирования Федеральной контрактной системы.

Для того чтобы эффективно конкурировать на рынке АИС, отдельная система должна обладать рядом универсальных характеристик.

1. Система должна предоставлять возможность двухстороннего информационного взаимодействия с ООС для размещения информации о совокупности заказов. Это позволяет сохранить и развить единую систему управления бюджетным процессом в субъектах и муниципальных образованиях РФ по принципу Федеральной контрактной системы.

2. АИС должна обеспечивать возможность ввода данных посредством веб-интерфейса. Таким образом, заказчик получает возможность формировать план закупок, заявки на закупку и сведения о контрактах посредством широко распространенных веб-браузеров без установки дополнительного программного обеспечения. В результате существенно упрощается процесс внедрения и сопровождения АИС.

3. АИС должна поддерживать ведение электронной торговой площадки (ЭТП) для автоматического проведения аукционов в электронной форме, с учетом последних требований законодательства.

4. АИС должна предоставлять возможность информационного взаимодействия с ранее внедренными платформами, например, АС «Бюджет». В этом случае финансовый орган имеет возможность согласовывать планы и заявки закупок, бюджетные обязательства и документы исполнения по контрактам посредством уже существующего интерфейса. Это повышает эффективность контроля расходования бюджетных средств как по объемным, так и по целевым показателям.

5. АИС должна обладать модульной структурой, что предполагает работу взаимосвязанных программных модулей, автоматизирующих процессы планирования,

формирования, размещения заказа, анализа эффективности размещения заказа, заключения и исполнения обязательств по государственным, муниципальным контрактам и гражданско-правовым договорам бюджетных учреждений.

6. Использование АИС должно соответствовать требованиям и стандартам в области электронного документооборота и противодействия коррупции. Это предполагает возможность применения средств криптографической защиты информации и электронной цифровой подписи, а также поддержанию барьера для согласованных действий участников закупочных процедур и сговора.

7. Компания, занимающаяся продвижением АИС на рынке, должна учитывать возникновение необходимости в проведении семинаров-практикумов по вопросам размещения заказа на продукцию для государственных, муниципальных нужд и нужд бюджетных учреждений для специалистов заказчиков. Это позволяет обеспечивать обучение и поддержку необходимой квалификации специалистов.

8. АИС должна поддерживать возможность планировать закупки, как и участие в государственных и муниципальных заказах, в краткосрочной перспективе. Уполномоченными органами субъектов и муниципальных образований РФ формируется прогноз объемов продукции, закупаемых для государственных, муниципальных нужд и нужд бюджетных учреждений на трехлетний период. АИС в этом случае обеспечивает системное выстраивание работы по участию в торгах, делает ее прогнозируемой и в конечном случае эффективной.

9. АИС должна обеспечивать доступ к информации с различных устройств – с персонального компьютера, смартфона, коммуникатора, планшетного компьютера. Таким образом, реализуется методика оперативного управления данными.

10. АИС должна позволять осуществлять мониторинг исполнения и эффективности реализации закупочной деятельности с различным временным интервалом, т.е. фор-

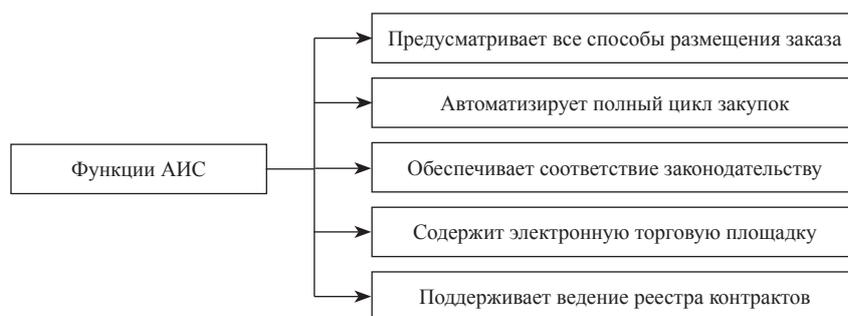


Рис. 1. Функции современных АИС

мировать еженедельные, ежемесячные, годовые отчеты по динамике показателей в соответствии с запросом пользователя. Это позволяет осуществлять ситуационный анализ, отслеживать активность закупочной деятельности, способствует принятию обоснованных управленческих решений.

11. Компания, занимающаяся продвижением АИС на рынке, должна обеспечивать техническое сопровождение своего продукта. Это предполагает гарантийное и послегарантийное техническое сопровождение, действие сервисных программ. В этом реализуется принцип индивидуального подхода к каждому заказчику.

В настоящий момент на российском рынке доминируют несколько компаний, которые специализируются на создании автоматизированных систем для организации эффективного управления закупками продукции для государственных, муниципальных нужд и нужд бюджетных учреждений в органах исполнительной власти субъектов РФ и муниципальных образований. Созданные компаниями АИС выполняют ряд стандартных функций (рис. 1).

Компании предлагают решения для автоматизации процедур (про-

цессов) размещения заказов всеми способами – как путем проведения торгов в форме конкурса, аукциона, в том числе аукциона в электронной форме на базе ЭТП, так и без проведения торгов (запрос котировок, у единственного поставщика (исполнителя и подрядчика) и на товарных биржах).

Каждая из конкурирующих на рынке АИС предоставляет решения для автоматизации полного цикла закупок (рис. 2).

Ключевой характеристикой всех АИС, предлагаемых сегодня на рынке, является то, что система обеспечивает соответствие размещаемой и публикуемой информации (сообщений) о закупках для государственных и муниципальных нужд порядку, определенному в Федеральном законе № 94-ФЗ с учетом всех внесенных в него изменений, как по составу данных, так и по срокам. Еще одной сходной характеристикой является обеспечение полной поддержки деятельности заказчиков по ведению реестра государственных и муниципальных контрактов в соответствии с порядком, определенным в постановлении Правительства РФ от 27.12.2006 года № 807. Для того чтобы обеспечивать проведение от-

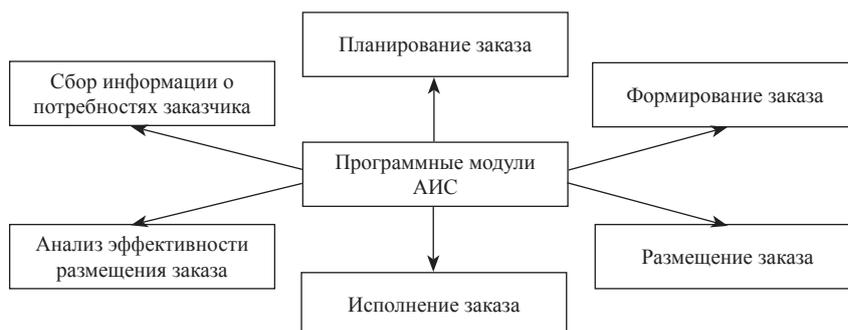


Рис. 2. Стандартная структура программных модулей АИС

крытых аукционов в электронной форме, АИС должна включать в свой состав электронную торговую площадку, это также можно считать традиционной характеристикой современных АИС, функционирующих на рынке.

Для удовлетворения потребностей заказчика разработчики сформировали АИС в виде совокупности взаимосвязанных программных модулей, автоматизирующих процессы планирования, формирования, размещения, анализа эффективности размещения заказа для государственных, муниципальных нужд и нужд бюджетных учреждений, заключения и исполнения обязательств по государственным и муниципальным контрактам. В настоящий момент подобная комплектация АИС является стандартом, при этом разработчики стараются выделить собственный продукт за счет дополнительных функций, которые должны обеспечивать максимальную простоту внедрения и сопровождения системы, а также работы пользователя с системой.

Конкурентные преимущества отдельной АИС заключаются в объеме предлагаемых услуг (функционала системы), архитектуре и технических возможностях системы, уровне обеспечения информационной безопасности и совместимости с ОС.

К примеру, некоторые компании предлагают возможность приобретения отдельных компонентов системы при сохранении общего функционала. Это дает возможность пользователю выбрать комплектацию системы и тем самым снизить стоимость приобретения, притом что добавление компонента в уже работающую систему не влечет нарушение синхронизации в работе компонентов. Или в качестве решения предлагают разработку системы на основе бесплатных компонентов с открытым исходным кодом. Это снижает совокупную стоимость владения системой, устраняет лицензионные ограничения и упрощает контроль информационной безопасности.

Преимущества работы с системой могут заключаться в свойствах

архитектуры системы, когда функции АИС для всех видов пользователей доступны через «единое окно» системы – сайт в сети Интернет. Это позволяет избежать необходимости установки специального программного обеспечения на местах и в результате существенно упрощает эксплуатацию системы, установку обновлений.

Автоматизация процессов размещения заказа должна не только давать возможность использования всех способов размещения заказа, но и уменьшать продолжительность каждого действия пользователя в рамках процесса. В этой связи конкурентные преимущества могут заключаться в автоматизации:

- согласования размещения заказа со всеми инстанциями;
- формирования шаблонов конкурсной документации;
- контроля информации о размещении заказов на соответствие законодательству;
- деятельности конкурсных (аукционных, котировочных, отборочных) комиссий;
- оценки и сопоставления заявок по заданной методике.

Еще одним бонусом для пользователя является проверка системой корректности заполнения полей документов, что уменьшает вероятность возникновения ошибки в работе пользователя. Система также может давать возможность отслеживания сроков этапов закупок, и в условиях большого объема и разнообразия закупок эта функция очень удобна.

Каждая АИС предоставляет широкие возможности анализа эффективности размещения заказов и построения аналитических и статистических отчетов, конкурентные преимущества отдельной АИС могут проявляться в расширении возможностей и упрощении процедуры формирования аналитических отчетов и их последующего анализа. Что касается деятельности уполномоченного на осуществление контроля в сфере размещения заказов органа власти, то его функции контроля над соблюдением действующего законодательства и целевым использованием бюд-

жетных средств также могут быть автоматизированы. В рамках отдельной АИС это достигается за счет унификации ведомственных и сводных информационных массивов на основе единых справочников и классификаторов. Автоматизированы процессы электронного документооборота (формирование статистической отчетности, приказов, протоколов, направление писем в инстанции и сведений в официальное печатное издание).

Все существующие на рынке АИС делают доступным использование технологии электронного юридически значимого документооборота с использованием средств криптографической защиты информации и электронной цифровой подписи (ЭЦП). Преимуществом в этом плане является возможность применения формата «единой ЭЦП» (к примеру, общероссийская сеть удостоверяющих центров Ассоциации электронных торговых площадок или общероссийская торговая система «Росгосзаказ»). Это повышает эффективность участия в электронных торгах участников размещения заказов из удаленных регионов РФ.

К техническим возможностям систем можно отнести характеристику совместимости с операционными системами. В этом случае АИС работает на базе операционных систем Microsoft Windows, FreeBSD, Linux и других, что снижает затраты пользователя на инфраструктуру. АИС также может обеспечивать поддержку основных баз данных (СУБД Oracle, Microsoft SQL и других). В результате внедрение системы с использованием свободно распространяемых операционных систем и СУБД позволяет избежать закупки необходимых дорогостоящих коммерческих лицензий.

Возможность интеграции АИС со смежными системами, в том числе с региональной системой планирования и исполнения бюджета, позволяет автоматизировать муниципальный заказ всех муниципальных образований в регионе без увеличения стоимости системы. Совершенно новым уровнем конкурентоспособности АИС яв-

ляется возможность настройки и адаптации системы по требованию заказчиков различных категорий: государственных, муниципальных, корпоративных.

Основным критерием эффективности АИС для государственных и муниципальных заказчиков является величина бюджетной экономии в результате ее внедрения. Принимая во внимание постоянный рост объемов государственных закупок, система, которая обеспечивает снижение расходов бюджетных средств, является востребованным продуктом.

Внедрение АИС, по оценке разработчиков, обеспечит снижение закупочной стоимости товаров, работ, услуг (на 5–9%). Этот эффект возникает в результате консоли-

дации заявок на однотипную продукцию. Еще больший эффект дает повышение конкуренции за получение государственного и муниципального контракта, это приводит к экономии бюджетных средств на организацию, подготовку и проведение закупок (на 12–25%).

Совершенствование форм взаимодействия государства и бизнеса является важнейшим условием перехода к инновационному развитию экономики России. Действенным инструментом для решения такой задачи является открытый и конкурентный процесс размещения государственного заказа. Формирование открытой и экономически эффективной системы государственных закупок в период посткризисного развития эконо-

мики России определяется ростом удельного веса государственного и муниципального заказа в структуре основных видов экономической деятельности. Именно в отраслях обрабатывающих производств, строительстве система государственного и муниципального заказа может способствовать активизации товарных рынков. Автоматизированные информационные системы создают условия для информирования и участия всех заинтересованных представителей бизнеса и общественности в процессе размещения заказа. Это необходимый этап реформы государственных закупок продукции, нацеленный на стимулирование конкурентоспособности отечественных производителей.

Литература

1. Федеральная контрактная система [Электронный ресурс]. – Центр региональных программ совершенствования государственного и муниципального управления ИГМУ НИУ ВШЭ: <http://gosreforma.ru/napravlenia/fks.html>
2. Федеральная контрактная система [Электронный ресурс]. – Министерство экономического развития Российской Федерации: <http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/reggovpurchase/system>
3. АИС «Государственный заказ» [Электронный ресурс]. – Научно-производственное объединение «Кристалл»: <http://www.kristal.ru/products/130>
4. Система управления закупками региона [Электронный ресурс]. – Компания Naumen GPMS: <http://www.naumen.ru/solutions/gpms>
5. Программный комплекс «Алтимета Госзаказ 2012» [Электронный ресурс]. – НТК Алтимета: <http://www.ultimeta.ru/solutions/goszakaz.html>
6. Система ГосЗаказ: размещение государственного и муниципального заказа [Электронный ресурс]. – Компания НОРБИТ (в группе компаний ЛАНИТ): http://www.norbit.ru/government/decisions_1.html

Разработка оригинального подхода к организации практических занятий прикладной учебной дисциплины

В статье предложен подход к формированию содержания практических занятий учебного курса, учитывающий требования профессионального сообщества к компетенциям студентов и количественно оценивающий степень соответствия видов заданий и форм контроля этим требованиям. Приведено описание применения данного подхода в рамках учебной дисциплины, преподаваемой в магистратуре факультета бизнес-информатики НИУ ВШЭ.

Ключевые слова: управление качеством высшего образования, оценка соответствия содержания дисциплины требованиям профессиональных стандартов, организация практических занятий прикладных дисциплин, оценка требований профессиональной и образовательной среды.

DEVELOPMENT OF AN ORIGINAL APPROACH TO DESIGNING THE PRACTICAL PART OF A STUDY COURSE

This article deals with the design of a study course content which takes into account the requirements of a professional community to potential graduates and provides quantitative assessment of the degree of their alignment to these requirements. A case study presented in this work shows how the developed approach was applied for the course content development taught in MSc program at NRU HSE.

Keywords: higher education quality management, study course content, competence-oriented approach, assessment of the study course alignment to the requirements of a professional standard, applied study course organization, professional and educational environment requirements assessment.

Введение

Отчет аналитиков Standish Group – Chaos Report 2009 [1] показал, что с 2008 года степень удовлетворенности компаний-заказчиков качеством реализации проектов внедрения информационных систем (ИС) заметно снизилась. Интерпретация этих данных с точки зрения повышения уровня требований к эффективности производимых ИТ-затрат не снимает проблемы повышения качества управления проектами внедрения ИС и подготовки высококвалифицированных руководителей ИТ-проектов. Данный вопрос критичен как для компаний-заказчиков, так и для ИТ-интеграторов, а спрос на специалистов, обладающих навыками применения практического инструментария управления проектами и одновременно достаточными теоретическими знаниями для раз-

работки нестандартных решений, стабильно высок.

Профессиональное сообщество способно обозначить прикладной аспект знаний и умений работника, который по мнению и опыту работодателя нужен ему для выполнения конкретных работ и должностных обязанностей. В задачи вуза входит разработка программ и организация проведения занятий. Роль практических занятий состоит в освоении теоретического материала дисциплины в разрезе конкретных методов, инструментов и технологий, а также в приобретении студентами профессиональных и надпрофессиональных компетенций. По этой причине виды заданий и формы контроля знаний должны быть подобраны для каждого отдельного учебного курса исходя из тех компетенций, которые этот курс призван развить.

Целью данной статьи является разработка подхода, направленного на организацию практических занятий прикладных дисциплин, учитывающего требования профессионального сообщества и обеспечивающего количественную оценку соответствия полученных студентом знаний и навыков компетенционным требованиям потенциального работодателя. Позадачная декомпозиция поставленной цели выглядит следующим образом:

1. Разработка модели соотношения требований профессиональной и образовательной среды для отражения требований бизнеса в перечне видов заданий по курсу.
2. Выбор и описание инструмента количественной оценки соответствия требований профессиональной и образовательной среды.
3. Разработка сценария использования предложенного метода на



Нина Леонидовна Коровкина
доцент, заместитель заведующего
кафедрой корпоративных
информационных систем,
Национальный исследовательский
университет «Высшая школа
экономики» (НИУ ВШЭ)
Эл. почта: ninaleo@mail.ru.

Nina L. Korovkina
Associate professor, department of
Corporate Information Systems, National
Research University 'Higher School of
Economics' (NRU HSE)
E-mail: ninaleo@mail.ru

примере дисциплины «Методология внедрения информационных систем».

1. Построение подхода

Очевидно, что поставленная цель во многом стала актуальна из-за получившего широкое распространение компетентностного подхода, ключевым элементом которого является тесное взаимодействие вузов с работодателями и профессиональными сообществами для формирования перечня профессионально ориентированных знаний студентов [2]. В этой связи задачу преподавателей любого прикладного курса можно сформулировать как передачу «студенту комплекса знаний, умений и технологий», а также воспитание в нем способности и готовности самостоятельно решать профессиональные задачи определенного уровня [3].

Процесс формирования содержания практических занятий прикладной учебной дисциплины может быть представлен при помощи следующей схемы (рис. 1).

1. Анализ требований профессионального сообщества к знаниям и навыкам студентов – будущих выпускников. Этот шаг осуществляется путем изучения текущей ситуации на рынке труда (в частности, анализ вакансий на соответствующие должности), анализа релевантных профессиональных стандартов и международного опыта. Сформированный и согласованный с представителями бизнес-сообщества перечень знаний и навыков ранжируется по значимости в ходе специально организованного опроса потенциальных работодателей.

2. Разработка на основании ФГОСа базового и рабочего учебных планов, бюджета времени, программы курса и т.п. содержания практических занятий, а именно: видов заданий и форм контроля знаний, направленных на получение студентами знаний и навыков, перечень которых сформирован на первом шаге.

3. Оценка вклада каждого из предложенных видов заданий и форм контроля знаний, предусмотренных курсом, в формирование целевых знаний и навыков студентов и определение соответствующих коэффициентов для расчета итогового (накопительного) балла по курсу.

Для корректности полученных результатов на третьем шаге важно на регулярной основе производить ревизию результатов первого и второго шагов с тем, чтобы, с одной, стороны актуализировать информацию о требованиях профессионального сообщества, а с другой – своевременно производить введение в дисциплину инновационных образовательных технологий.

2. Модель оценки количественного соответствия

Очевидно, что адекватная модель сопоставления перечня знаний и навыков с видами заданий и форм контроля знаний требует применения формализованного подхода [3]. Для решения этой задачи авторами предлагается использовать так называемую функцию, или «домик», качества [4, 5].

Графическое представление данного метода, действительно,



Рис. 1. Схема определения содержания учебного курса



Виктор Владимирович Таратухин

к.т.н, доктор философии, заведующий базовой кафедрой SAP, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ); руководитель исследовательской группы Европейского исследовательского центра в области информационных систем (ERCIS) Вестфальского университета Вильгельма, Мюнстер, Германия (WWU)
 Эл. почта: victor.taratoukhine@ercis.uni-muenster.de

Victor V. Taratoukhine

Head of SAP Academic Department, National Research University 'Higher School of Economics' (NRU HSE); Westphalian Wilhelms University (WWU), Head of research Group at European Research Center for Information Systems (ERCIS)
 E-mail: victor.taratoukhine@ercis.uni-muenster.de

схожее с домом, имеет следующий вид (рис. 2) и порядок построения.

1. Определение первичных требований. В зависимости от области приложения это могут быть требования заказчика, бизнес-цели, требования стандартов и т.п. – все то, что поступает из внешней среды по отношению к исполнителю. В соответствии с методикой применения данного инструмента [4] рекомендуется ограничиться не более чем 10 первичными требованиями, в противном случае инструмент становится слишком сложным в использовании. Допускается группировка требований для более удобного анализа.

2. Оценка относительной значимости первичных требований. Первичные требования, сформированные на предшествующем шаге, не равнозначны по своему вкладу в достижения конечной цели. Отражение этого факта в модели производится путем их ранжирования методом аналитических иерархий (Analytic Hierarchy Process – АНП) с последующим присвоением относительных весов [6] – коэффициентов относительной значимости первичных требований.

3. Определение производных требований. Производные харак-

теристики есть действия или характеристики, направленные на реализацию первичных требований. Формирование производных характеристик осуществляется специалистами и экспертами, обладающими необходимыми знаниями и опытом решения задачи, определенной первичными требованиями.

4. Формирование матрицы взаимосвязей. Данный шаг представляет собой проверку отсутствия взаимных противоречий между производными характеристиками. Парное сравнение производных характеристик друг с другом (иначе, построение симметричной корреляционной матрицы) и, как результат, идентификация положительных и отрицательных связей позволяет увидеть предлагаемое решение в совокупности. При обнаружении отрицательной корреляции необходимо внести изменения в базовый перечень производных или первичных требований.

5. Формирование матрицы отношений. На данном шаге необходимо убедиться, что для каждого первичного требования предусмотрено производное. На пересечении строки соответствующего первичного требования и столбца производно-



Рис. 2. Графическое представление функции качества (адаптировано из Hauser, 1988)



Юрий Викторович Куприянов
преподаватель кафедры
корпоративных информационных
систем, Национальный
исследовательский университет
«Высшая школа экономики»
(НИУ ВШЭ)
Эл. почта: yukupriyanov@hse.ru

Yury V. Kupriyanov
lecturer, department of Corporate
Information Systems, National Research
University 'Higher School of Economics'
(NRU HSE)
E-mail: yukupriyanov@hse.ru

го требования методом SMARTS [5, 7] определяется числовое значение – коэффициент отношения R_{ij} , характеризующий вклад элемента «по столбцу» в обеспечение требования «по строке». Если требование не поддерживается ни одной производной характеристикой, значит, удовлетворение первого может быть проблематичным. В обратной ситуации, когда производное требование не соотносится ни с одним первичным, можно говорить об избыточности производных требований.

6. Расчет относительного вклада в обеспечение требований каждой из производных характеристик. Относительный вклад RI_j характеризует нормированный вклад каждого производного требования в достижение совокупности первичных требований. Его расчет производится через абсолютный вклад AI_j , который рассчитывается как сумма коэффициентов отношений R_{ij} данного производного требования, нормированных на относительную значимость первичных требований w_i .

$$AI_j = \sum_{i=1}^m w_i R_{ij}, \quad (1)$$

где m – количество первичных требований;

Абсолютный вклад может быть нормирован для получения относительного вклада, соответственно, чем больше значение коэффициента R_{ij} , тем большее значение для достижения конечной цели имеет j -е производное требование [6].

$$RI_j = \frac{AI_j}{\sum_{k=1}^n AI_k}, \quad (2)$$

где n – количество производных требований.

Описанный подход к организации практических занятий, таким образом, представляет собой целостную модель процесса организации практических занятий учебного курса, способную гибко и адекватно реагировать на изменения требований внешней среды и оценивать полученные знания и навыки студентов.

3. Применение разработанного подхода

Далее приводится описание применения разработанного подхода к организации практических занятий учебной дисциплины «Методология внедрения корпоративных информационных систем», которая преподается на первом курсе магистерской программы «Бизнес-информатика» Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». В терминах компетентного подхода изучение данной дисциплины призвано обеспечить базовые знания и навыки, а также сформировать у студентов понимание специфики работы руководителя проекта внедрения ИС.

На шаге 1 был произведен сбор требований профессионального сообщества. Для чего сначала был осуществлен анализ профессиональных стандартов в области ИТ [3] и типовых требований к кандидатам на должность «руководитель ИТ-проекта», «руководитель проекта внедрения ИС». По результатам проведенного анализа были выделены три группы компетенций:

1. Наличие теоретических знаний по предмету дисциплины и смежным с ними областям:

- знание содержания методологий внедрения ИС;
- базовые знания в области функциональной и технической архитектуры ИС;
- знание стандартов, лучших практик и результатов актуальных исследований в области управления проектами.

2. Владение навыками применения изученных стандартных методов и инструментов в контексте реальных бизнес-задач:

- навыки планирования проектных работ и ресурсов, владение методами контроля исполнения проекта;
- навыки разработки и сопровождения проектной документации;
- навыки работы с программными средствами управления проектами (например, MS Project).

3. Владение базовыми профессиональными компетенциями:

- коммуникационные навыки и умение работать в команде профессионалов;
- владение иностранными языками: профессиональная терминология, деловая устная и письменная коммуникация;
- презентационные навыки и навыки обоснования предложенного решения.

Далее, в соответствии с подходом, было реализовано ранжирование предложенных компетенций по их важности для решения типовых задач, стоящих перед руководителем проекта. Данная часть исследования была выполнена в два этапа: разработка и распространение среди экспертов опросной формы (табл. 1), анализ и обработка полученных результатов методом АНР

[6] с целью расчета коэффициента относительной значимости.

Опросная форма с указанием перечисленных компетенций была разослана представителям бизнеса, имеющим опыт реализации крупных ИТ-проектов и регулярно производящим наём и обучение новых сотрудников на позицию, которую с точки зрения компетенций можно охарактеризовать как «менеджер ИТ-проектов».

Участники опроса оценивали относительную значимость каждого из перечисленного навыков, используя градацию значимости степеней превосходства важности, в соответствии с установленной 9-балльной шкалой [5] (табл. 2).

В анкетировании приняли участие 20 респондентов. Отраслевая принадлежность респондентов: представители компаний, оказывающих профессиональные услуги в

области информационных технологий: вендоры, системные интеграторы, консалтинговые компании, представители производственных компаний и организаций финансового сектора. Профессиональная принадлежность: респондентов можно охарактеризовать как «руководители проектов» (в обязанности входит управление проектами, внешними и внутренними) и «ИТ-специалисты» (специалисты, занимающиеся проектированием и внедрением ИТ-решений).

Значения из заполненных опросных форм были использованы для расчета относительной значимости каждой из компетенций. Для этой цели использовался подход, предложенный в [6], в соответствии с которым относительная значимость каждой из компетенций была рассчитана как среднее геометрическое значений превосходства для каждой

Таблица 1

Опросная форма для ранжирования компетентностных требований

Значимость компетенций по столбцам	Презентационные навыки и навыки обоснования предложенного решения	Владение иностранными языками: профессиональная терминология, деловая устная и письменная коммуникация	Коммуникационные навыки и умение работать в команде профессионалов	Навыки работы с программными средствами управления проектами (например, MS Project)	Навыки разработки и сопровождения проектной документации	Навыки планирования проектных работ и ресурсов, владение методами контроля исполнения проекта	Знание стандартов, лучших практик и результатов актуальных исследований в области управления проектами	Базовые знания в области функциональной и технической архитектуры информационных систем	Знание содержания методологий внедрения информационных систем
Значимость компетенций по строкам									
Знание содержания методологий внедрения информационных систем									
Базовые знания в области функциональной и технической архитектуры информационных систем									
Знание стандартов, лучших практик и результатов актуальных исследований в области управления проектами									
Навыки планирования проектных работ и ресурсов, владение методами контроля исполнения проекта									
Навыки разработки и сопровождения проектной документации									
Навыки работы с программными средствами управления проектами (например, MS Project)									
Коммуникационные навыки и умение работать в команде профессионалов									
Владение иностранными языками: профессиональная терминология, деловая устная и письменная коммуникация									
Презентационные навыки и навыки обоснования предложенного решения									

Таблица 2

Описание степеней превосходства

Описание степени превосходства	Вводимое значение
Значимость каждой из компетенций одинакова	1
Значимость компетенции «по строкам» несколько (умеренно) больше , чем значимость компетенции «по столбцам»	3
Значимость компетенции «по строкам» существенно (сильно) больше , чем значимость компетенции «по столбцам»	5
Значимость компетенции «по строкам» явно (очень сильно) превосходит значимость компетенции «по столбцам»	7
Значимость компетенции «по строкам» несравненно (абсолютно) больше значимости компетенции «по столбцам»	9
Градации, обратные к предыдущим: значимость компетенции «по столбцам» превосходит значимость компетенции «по строкам»	1/3, 1/5, 1/7, 1/9

пары компетенций. Полученные результаты приведены в табл. 3.

Далее с помощью метода анализа иерархий Т. Саати [6] было произведено ранжирование компетенций и присвоение им соответствующих коэффициентов значимости (табл. 4).

Таким образом, был последовательно реализован шаг 1 определения и ранжирования компетентностных требований профессионального сообщества.

Шаг 2, подразумевающий выработку совокупности решений, призванных обеспечить соответ-

ствующие компетенции у студентов, включает в себя формирование перечня видов заданий, в процессе выполнения которых студенты должны приобрести необходимые знания и развить соответствующие навыки.

Разрабатывая перечень видов заданий и форм контроля знаний, которые выполняются студентами в рамках курса «Методология внедрения информационных систем» для получения актуальных и востребованных на рынке знаний и навыков, авторы руководствовались рядом соображений.

Традиционно организация проведения учебной дисциплины подразумевает четкое разделение на лекционные и практические (семинарские) занятия. Проблема, порождаемая таким подходом, состоит в том, что большинство студентов в недостаточной степени и не вове-

Таблица 3

Относительная взаимная значимость компетенций

Значимость компетенций по столбцам \ Значимость компетенций по строкам	Презентационные навыки и навыки обоснования предложенного решения	Владение иностранными языками: профессиональная терминология, деловая устная и письменная коммуникация	Коммуникационные навыки и умение работать в команде профессионалов	Навыки работы с программными средствами управления проектами (например, MS Project)	Навыки разработки и сопровождения проектной документации	Навыки планирования проектных работ и ресурсов, владение методами контроля исполнения проекта	Знание стандартов, лучших практик и результатов актуальных исследований в области управления проектами	Базовые знания в области функциональной и технической архитектуры информационных систем	Знание содержания методологии внедрения информационных систем
Знание содержания методологий внедрения информационных систем	1,18	1,48	0,86	0,88	2,28	1,07	1,32	1,32	
Базовые знания в области функциональной и технической архитектуры информационных систем	0,95	1,02	0,88	1	1,01	0,89	0,94		
Знание стандартов, лучших практик и результатов актуальных исследований в области управления проектами	0,88	0,94	0,82	0,95	0,93	0,77			
Навыки планирования проектных работ и ресурсов, владение методами контроля исполнения проекта	1,24	1,08	0,96	1,12	1,11				
Навыки разработки и сопровождения проектной документации	0,9	1,14	0,86	0,95					
Навыки работы с программными средствами управления проектами (например, MS Project)	0,83	1,16	0,88						
Коммуникационные навыки и умение работать в команде профессионалов	1,47	1,58							
Владение иностранными языками: профессиональная терминология, деловая устная и письменная коммуникация	0,72								
Презентационные навыки и навыки обоснования предложенного решения									

Значения коэффициентов относительной значимости компетенций

Собственные значения	Относительные значения, %	Компетенция
2,37	23	Знание содержания методологий внедрения информационных систем
2,25	21	Коммуникационные навыки и умение работать в команде профессионалов
1,48	14	Навыки планирования проектных работ и ресурсов, владение методами контроля исполнения проекта
1,02	10	Презентационные навыки и навыки обоснования предложенного решения
0,97	9	Навыки работы с программными средствами управления проектами (например, MS Project)
0,74	7	Базовые знания в области функциональной и технической архитектуры информационных систем
0,62	6	Знание стандартов, лучших практик и результатов актуальных исследований в области управления проектами
0,59	6	Навыки разработки и сопровождения проектной документации
0,48	5	Владение иностранными языками: профессиональная терминология, деловая устная и письменная коммуникация

мя прорабатывают теоретический материал и зачастую оказываются неподготовленными к выполнению заданий, предлагаемых на практических занятиях. В итоге, преподаватель вынужден тратить на повтор ранее изложенного лектором теоретического материала до 30% от продолжительности занятия, тем самым сокращая время, отведенное на разбор и выполнение практических упражнений.

Кроме того, использование форм контроля знаний, предназначенных для проведения в конце учебного курса, приводит к тому, что в лучшем случае студент приступает к освоению теоретического материала курса за 2–3 дня до экзамена, что значительно снижает качество выполнения домашних заданий, контрольных работ и промежуточных форм контроля. Кроме того, зачастую задания для практических и самостоятельных занятий по своей форме и содержанию не обеспечивают требований профессиональных стандартов и рынка труда, поэтому у студента возникает ощущение получения знаний «впрок», а не для решения конкретных практико-ориентированных задач. В итоге, складывается ситуация, противоречащая современной парадигме развития ВПО, согласно которой студенту отводится роль

активного участника образовательного процесса

Представленный ниже перечень видов заданий и форм контроля знаний является результатом семилетнего опыта преподавания этой дисциплины и серьезной методической работы [9–11].

1. Выполнение тестовых заданий по материалам лекций. В предлагаемой модели по каждой теме практического занятия предусмотрено дистанционное тестирование, которое является одной из форм самостоятельной работы студента. Невыполнение теста перед очередным занятием отражается на оценке: все задания, выполняемые студентом на соответствующем семинаре, учитываются с половинным коэффициентом (0,5). Потенциальная потеря баллов мотивирует студентов добросовестно относиться к выполнению тестов и, таким образом, готовиться к практическим занятиям, тем самым повышая уровень знаний по дисциплине. Проведение дистанционного тестирования по каждой отдельной теме курса реализовано на основе функциональности образовательного портала интернет-университета информационных технологий (intuit.ru), активным участником которого является факультет бизнес-информатики НИУ ВШЭ.

Использование видеолекций курса, также размещенных на интернет-университете, увеличивает гибкость процесса изложения материала для студентов, большинство из которых работает и не всегда имеет возможность и соответствующие приоритеты для посещения лекционных занятий. Тем не менее, очное присутствие остается рекомендуемой формой ознакомления с лекционным материалом курса.

2. Выполнение практических упражнений по развитию навыков использования ключевых методов и инструментов. Тематически курс построен на последовательном рассмотрении 8 областей знаний управления проектами, каждая из которых характеризуется собственным, но в то же время неотделимым от смежных областей набором шаблонов, методов и инструментов. В рамках предлагаемой методики организации занятий по дисциплине данный вид заданий состоит из локальных мини-задач по текущей теме практического занятия. Особенность заключается в том, что результаты выполнения большинства заданий должны быть использованы при составлении Пакета проектных документов, которые также являются одним из видов заданий по данному предмету

3. Разработка пакета проектной документации по сквозному кейсу. Без связующего элемента, в качестве которого выступает пакет документов, целостность изучаемого проектного подхода может остаться недоступной для понимания студентами. На основе информации из предоставленного описания бизнес-ситуации студенты разрабатывают целостную проектную документацию, состоящую из устава, содержания и плана управления проектом, элементами которых являются результаты ранее выполненных заданий.

4. Участие в деловой игре на основе бизнес-симулятора SimulTrain®. Включение бизнес-симулятора на завершающей стадии изучения дисциплины позволяет в полной мере продемонстрировать студентам интеграционную природу проектного менеджмента: например, показать,

каким образом принятое решение о мотивации сотрудников может сказаться на исполнении расписания проекта и, как результат, на его стоимости. Использование бизнес-симуляции в учебном процессе позволяет не ограничивать изучение проектного менеджмента на уровне теоретических выкладок и формирования навыков планирования, а пойти дальше и перейти к тренировке навыка принятия управленческих решений, столь важного для руководителя проектов.

5. Подготовка реферата на актуальную тему в рамках предмета дисциплины. Подготовка реферата направлена на ознакомление студентов с наиболее актуальными

проблемами и методами проектного управления в области ИТ/ИС, а также на развитие навыков самостоятельного поиска и анализа источников научной и профессиональной направленности.

6. Разбор результатов актуальных исследований по предмету дисциплины и оценка их применимости для российской практики. Кейс представляет собой опубликованный анализ применения оригинального метода на ИТ/ИС-проекте. В рамках выполнения этого задания перед студентами стоит задача выделить примененный в статье метод, описать его формальные атрибуты, разобрать сценарий его применения в реальном проек-

те. Данное задание направлено на привлечение студентов к изучению наиболее инновационных практик в области ИТ/ИС-проектов, их частичному освоению и критическому анализу их сути и результатов применения. Кроме того, умение выделить решение и методически верно его описать и донести до подчиненных является неотъемлемым навыком грамотного руководителя, в качестве которых позиционируются выпускники магистратуры.

Таким образом, накопительный балл по курсу должен учитывать все обозначенные элементы, и, исходя из специфики применения тестовых заданий, выполняющих мотивационную роль, нежели конт-

Таблица 5

Результаты расчета коэффициентов отношения и значений относительного вклада

Показатель	Значимость компетенций по столбцам		Относительная значимость	Выполнение тестовых заданий по материалам лекций	Выполнение практических упражнений по развитию навыков использования ключевых методов и инструментов	Разработка пакета проектной документации по сквозному кейсу	Участие в деловой игре на основе бизнес-симулятора SimulTrain®	Подготовка реферата на актуальную тему в рамках предмета дисциплины	Разбор результатов актуальных исследований по предмету дисциплины и оценка их применимости для российской практики
	Значимость компетенций по строкам								
Теоретический блок знаний по предмету дисциплины и смежным областям	Знание содержания методологий внедрения информационных систем	0,23	0,2941	0,2353	0,2353	0,0294	0,1471	0,0588	
	Базовые знания в области функциональной и технической архитектуры информационных систем	0,07	0	0,1333	0,6667	0	0,0667	0,1333	
	Знание стандартов, лучших практик и результатов актуальных исследований в области управления проектами	0,06	0,0952	0,2143	0,1667	0,0714	0,2143	0,2381	
Навыки применения изученных стандартных методов и инструментов в контексте реальных бизнес-задач	Навыки планирования проектных работ и ресурсов, владение методами контроля исполнения проекта	0,14	0	0,2667	0,3	0,3333	0	0,1	
	Навыки разработки и сопровождения проектной документации	0,06	0	0,4091	0,4545	0	0	0,1364	
	Навыки работы с программными средствами управления проектами (например, MS Project)	0,09	0	0,4091	0,4545	0,0909	0	0,0455	
Блок базовых профессиональных компетенций	Коммуникационные навыки и умение работать в команде профессионалов	0,21	0	0,25	0,25	0,2778	0	0,2222	
	Владение иностранными языками: профессиональная терминология, деловая устная и письменная коммуникация	0,05	0	0,0417	0,1667	0	0,375	0,4167	
	Презентационные навыки и навыки обоснования предложенного решения	0,1	0	0,2424	0,1818	0,2424	0,0303	0,303	
	Относительная значимость вида работы		7%	25%	30%	15%	7%	16%	

7. *Edwards, W., Barron, F.H.* SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement // *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. – 1994. – № 60. – P. 306–325.
8. *Коровкина Н.Л., Кисель Ю.И., Моргунов А.Ф., Тимощенко Ю., Троупянский Р.А., Герасимов В.С.* Сборник профстандартов Квалификационные требования в области информационных технологий «Специалист по системному администрированию» // *Профессиональные стандарты в области информационных технологий*. – М.: АП КИТ, 2008.
9. *Грекул В.И., Денищенко Г.Н., Коровкина Н.Л.* Управление внедрением информационных систем. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2008.
10. *Грекул В.И., Коровкина Н.Л., Куприянов Ю.В.* Методические основы управления ИТ-проектами. – М.: Интуит.РУ: БИНОМ.ЛЗ, 2010.
11. *Коровкина Н.Л., Куприянов Ю.В.* Применение оригинальной модели организации практических занятий на примере учебной дисциплины «Методология внедрения ИС» // *Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы Восьмой открытой всероссийской научн.-практич. конф.* – Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2010.

Преподавание математики и математические пакеты

В статье рассмотрены вопросы использования современных программных средств при преподавании математики в школах и высших учебных заведениях.

Ключевые слова: математика, математическое образование, математические пакеты, Mathcad, Maple.

Mathematical education and mathematical software

The paper deals with the use of advanced software solutions for the mathematical school and university education.

Keywords: Mathematic, mathematical education, mathematical software, Mathcad, Maple.

Настоящая статья является, по сути, продолжением материала, опубликованного в № 6`2012. Только в той статье затрагиваемая проблема рассматривалась по отношению к преподаванию физики, и содержались соответствующие «физические» примеры. А в данном случае мы коснемся уже математики, прекрасно понимая, что эти две научные и учебные дисциплины взаимосвязаны. Недаром в нашей стране в списке специальностей, по которым защищают кандидатские и докторские диссертации, есть и «физико-математические» науки...

Три события побудили автора написать эту статью.

Однажды (перехожу к рассказу от первого лица) я помогал внучке решать такую задачу по математике: дан треугольник, у которого одна сторона равна 12 см, а один из углов, примыкающий к этой стороне, равен 120°. Сторона, лежащая напротив этого угла, равна 28 см.

Найти длину третьей стороны треугольника и высоту, проведенную от заданного угла.

Я тут же подсел к компьютеру, составил систему шести алгебраических уравнений и без проблем решил ее в среде Mathcad с помощью решателя Solve (рис. 1а).

В маткадовском блоке Solve нужно задать начальное прибли-

жение к решению, записать ограничения (систему уравнений) и вызвать функцию Find (Найти), которая вернет значения неизвестных, превращающих уравнения в тождества.

Когда я показал это решение внучке, она сказала, что так задачи они в школе не решают и что тут нужно применить теорему косинусов, которую они в школе изучают уже чуть ли не всю четверть.

Я вспомнил, что была такая теорема, но как она выглядит – забыл напрочь. Внучка мне подсказала, что это такое. Я дополнительно справился в интернете об этой теореме и переписал решение задачи (рис. 1б).

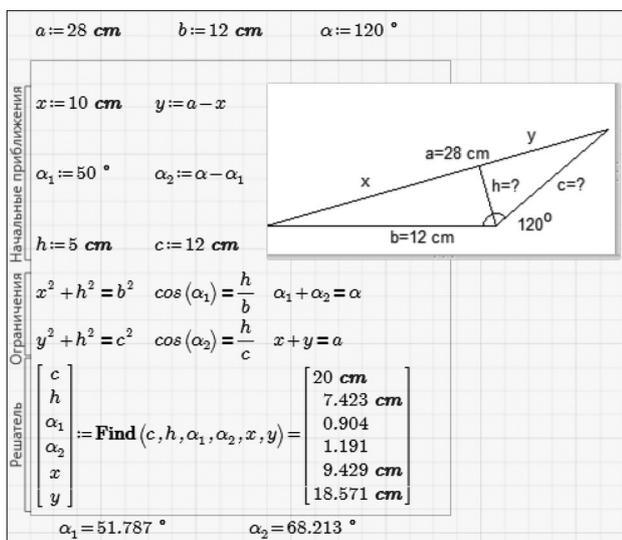


Рис. 1а. Задача о треугольнике – решение системы уравнений

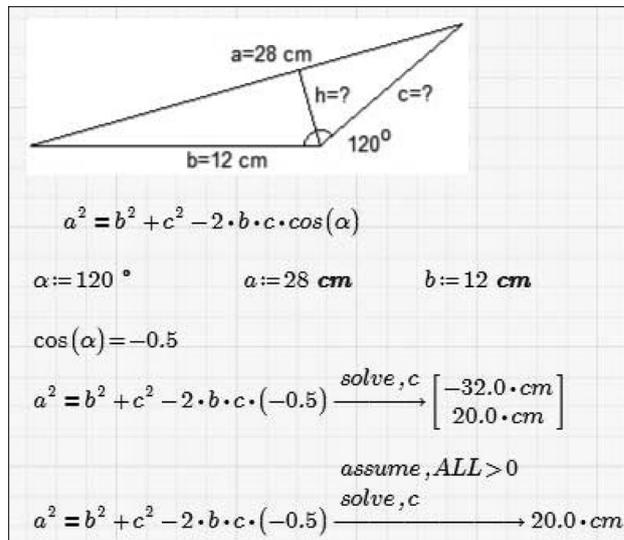


Рис. 1б. Задача о треугольнике – решение квадратного уравнения



Валерий Федорович Очков,
д.т.н., профессор Национального
исследовательского университета
«Московский энергетический
институт»
Тел.: 8 (495) 362-71-71
Эл. почта: ochkov@twi.mpei.ac.ru

Valery F. Ochkov,
Doctor of Engineering Science,
Professor, National research university
“Moscow Power Engineering Institute”
Tel.: 8 (495) 362-71-71
E-mail: ochkov@twi.mpei.ac.ru

Я понял, что внучку и ее одноклассников учат решать квадратные уравнения (а к этому сводится наша задача о треугольнике), но не разрешают при этом использовать компьютер (см. выше) или интернет (а там есть интерактивные решатели для таких задач) для решения систем уравнений – линейных и нелинейных, алгебраических и дифференциальных (а именно о дифференциальных уравнениях шла речь в статье [1]). А ведь многие школьные и вузовские задачи по математике, физике, химии и другим дисциплинам сводятся к решению систем уравнений. Школьнику или студенту достаточно понять суть задачи – ее «математику, физику, химию», составить систему уравнений, решить ее на компьютере и сделать проверку решения. Но нет! Школьников и студентов заставляют заучивать кучу правил и теорем, которые являются не чем иным, как готовыми решениями этих уравнений и систем. Нашу систему шести уравнений (рис. 1а) подстановками можно свести к одному квадратному уравнению, описывающему теореме косинусов, но можно этого и не делать, поручив эту работу компьютеру.

Задача на рис. 1а решена полностью – найдены длина третьей стороны треугольника и одна из его высот. Решение же, показанное на рис. 1б, неполное – нужно будет еще искать высоту треугольника. В решении, показанном на рис. 1а, тоже задействована теорема – теорема Пифагора, которую, в отличие от теоремы косинусов (теоремы Пифагора «с хвостиком»), знают все. Здесь нужно еще вспомнить, что такое косинус – и все! Задача (рис. 1а) решена, а ответ даже избыточен. Подход к решению, отображенный на рис. 1а, существенно универсальнее подхода, показанного на рис. 1б. Любой треугольник или даже многогранник можно разбить на прямоугольные треугольники, составить несколько систем уравнений и решить их на компьютере.

Школьные учителя «математики, физики, химии» тут сразу возразят в том плане, что теперь любой даже самый слабый школьник сможет с компьютером решить даже самые сложные задачи. А нужно, чтобы они в уме, с ручкой и на бумаге делали это. Что тут воз-

разить?! По моему опыту преподавания в вузе я знаю, что многие студенты, которым категорически запрещают использовать компьютер для выполнения типового расчета или курсового проекта и заставляют все считать «ручками на бумаге», считают все-таки на компьютере, а потом переписывают решения «ручками на бумаге», удовлетворяя желания преподавателей.

Да, компьютер заставляет отказываться от многих «старых добрых» задач и придумывать новые, более сложные, более интересные и более близкие к реальной жизни.

Задача о треугольнике восходит к Древней Греции – к временам расцвета эвклидовой геометрии, когда людям нужно было межевать и измерять земельные участки. В старые времена образование делилось на классическое и реальное. В классических гимназиях старой России делали упор на изучение латыни и древнегреческого языков. В реальных училищах решали, естественно, реальные, жизненные задачи. Но отголоски «классицизма» в образовании мы видим и в современной школе при преподавании математики. Так, в задаче о треугольнике используются не современные методы решения задачи, а те, какие еще древние греки применяли. Хорошо ли это или плохо – вопрос, который поднимается в этой статье.

Да, современные компьютерные методы в школе игнорировать нельзя. Дело в том, что школьники и студенты, заучив набор правил и теорем, не могут их применять к более сложным нестандартным задачам, где упор нужно делать на «математику, физику, химию»...

Второе событие, побудившее меня написать эту статью, такое.

Несколько лет назад мне довелось читать лекции и вести практические занятия по информатике для студентов-вечерников – уже довольно зрелых и сформировавшихся людей, работающих в московских энергетических компаниях на инженерных должностях, но не имеющих высшего образования. Эти студенты, к счастью, оказались очень хорошими. Они пришли в Московский энергетический институт не только за «корочкой» – за дипломом о высшем образовании, открывающим им карьерный рост, но и за знаниями, за пониманием тех сложных процессов производст-

ва, передачи и потребления тепловой и электрической энергии, с которыми им приходится иметь дело на работе.

Я сначала пытался читать моим вечерникам курс информатики по обычной схеме – рассказывать, что такое информация, как она создается, обрабатывается и передается с помощью современных компьютерных средств, но сразу понял, что это не совсем то, что им нужно и чем их можно увлечь.

Параллельно моему курсу информатики этим студентам читался курс математического анализа с «пределами, производными и прочими интегралами», которые их очень пугали. Компьютера же они не боялись, так как давно освоили его на производстве.

Мы с преподавателем математики решили объединить наши усилия и помочь студентам-вечерникам не просто освоить азы высшей математики и информатики, но и получить от этого удовольствие. А я не устаю повторять своим студентам, что от учебы, как и от любой другой трудной, но плодотворной работы нужно стараться получить не только знания и навыки, но и удовольствие. Мечтал кто-то стать артистом или летчиком, а судьба забросила его в Московский энергетический институт. Не беда! Сделай над собой усилие – полюби учебу и будущую специальность энергетика! Без удовольствия даже самая престижная и высокооплачиваемая работа может отравить всю жизнь.

Но мы отвлеклись. Вернемся к математике и компьютерам!

Я решил скорректировать программу курса информатики, вернее, изменить список примеров, которые разбирались на практических занятиях, посвященных освоению современных компьютерных средств переработки информации. Беда учебного курса по математическому анализу, который слушали студенты-вечерники, заключалась в том, что на занятиях (лекции и семинары) с горем пополам осваивалось, что такое предел, дифференциал, интеграл и как их «взять» на несложных примерах, но совсем не рассказывалось, зачем нужны эти мощные инструменты в руках инженера. Подразумевалось, что это будет дано позже – на старших курсах при чтении специальных курсов. Я решил исправить эту

ситуацию и разобрать на занятиях по информатике несложные инженерные задачи с привлечением базовых понятий математического анализа.

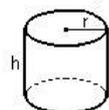
Мои студенты-вечерники часто видели на московских ТЭЦ большие емкости (цистерны) в виде прямых круговых цилиндров для хранения мазута (топлива для ТЭЦ) или воды (рабочего тела паротурбинных энергетических блоков и теплоносителя для тепловых сетей). Такие цистерны, но уже с бензином или соляной кислотой можно встретить и на крупных автозаправках. Мало кто задумывается о пропорциях таких цистерн: один и тот же объем жидкости можно хранить в высоком или узком или низком и широком цилиндре. Давайте докажем с помощью математики и компьютера, что при $2r = h$ площадь поверхности такой емкости с дном и крышкой при заданном объеме будет минимальна. На такую емкость при прочих равных условиях пойдет меньше металла, краски, теплоизолирующего покрытия. Мы со студентами-вечерниками решили эту задачу в среде программы Mathcad [2–4] с привлечением инструментов математического анализа, которые они изучали на занятиях по математике (рис. 2а).

Формулы для вычисления объема V и площади полной поверхности S цилиндра с радиусом основания r и высотой h найти легко (например, в интернете).

Используя инструменты символьных вычислений Mathcad, легко получить выражение для площади полной поверхности S как функции переменной r и объема V : $S = S(r, V)$ и для ее производной $S' = S'(r, V)$.

Как известно, площадь поверхности может достигать искомого минимального значения в критической точке – в точке, где производная функции обращается в ноль или не существует. Поскольку производная $S'(r, V)$ определена всюду, кроме точки $r = 0$, а цилиндров с нулевым радиусом основания не бывает, то искомое значение радиуса – ноль производной $S'(r, V)$. Находим средствами Mathcad единственный действительный корень уравнения $S'(r, V) = 0$. Здравый смысл (или исследование смены знака производной) подсказывают, что в этой точке достигается искомое минимальное значение $S = S(r, V)$; при этом отношение h/r равно двум (что мы и собирались доказать) и от параметра (объема цилиндра) V не зависит.

Геометрические тела с минимальной площадью



Цилиндр с дном и крышкой
 Поверхность S: $2 \cdot \pi \cdot r \cdot h + \pi \cdot r^2 + \pi \cdot r^2$
 Объем V: $\pi \cdot r^2 \cdot h$

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h \text{ solve, } h \rightarrow \frac{V}{\pi \cdot r^2} \quad h = \frac{V}{\pi \cdot r^2}$$

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h + \pi \cdot r^2 + \pi \cdot r^2 \text{ substitute, } h = \frac{V}{\pi \cdot r^2} \rightarrow S = \frac{2 \cdot (\pi \cdot r^3 + V)}{r}$$

$$\frac{d}{dr} \frac{2 \cdot (\pi \cdot r^3 + V)}{r} \rightarrow 6 \cdot \pi \cdot r - \frac{2 \cdot \pi \cdot r^3 + 2 \cdot V}{r^2} \quad \text{Производная S по r}$$

Поиск значений r , где производная S по r равна нулю.

$$6 \cdot \pi \cdot r - \frac{2 \cdot \pi \cdot r^3 + 2 \cdot V}{r^2} = 0 \text{ solve, } r \rightarrow \left[\begin{array}{c} \left(\frac{V}{2 \cdot \pi}\right)^{\frac{1}{3}} \\ \frac{\left(\frac{V}{2 \cdot \pi}\right)^{\frac{1}{3}}}{2} + \frac{\sqrt{3} \cdot \left(\frac{V}{2 \cdot \pi}\right)^{\frac{1}{3}}}{2} \cdot i \\ \left(\frac{V}{2 \cdot \pi}\right)^{\frac{1}{3}} \\ \frac{\left(\frac{V}{2 \cdot \pi}\right)^{\frac{1}{3}}}{2} - \frac{\sqrt{3} \cdot \left(\frac{V}{2 \cdot \pi}\right)^{\frac{1}{3}}}{2} \cdot i \end{array} \right]$$

$$r_{opt}(V) := \left(\frac{V}{2 \cdot \pi}\right)^{\frac{1}{3}} \quad h_{opt}(V) := \frac{V}{\pi \cdot r_{opt}(V)^2} \quad \frac{h_{opt}(V)}{r_{opt}(V)} \text{ simplify } \rightarrow 2$$

Рис. 2а. Задача о цилиндре с минимальной площадью поверхности

А какое оптимальное отношение h к r получится для емкости конической формы?! В таких конических бункерах на электростанциях хранят, например, размолотый уголь, приготовленный для сжигания в топке парового котла. Такая оптимизационная задача была решена в среде другой математической программы Maple (рис. 2б).

А что будет с решением, если у цилиндра (рис. 2а) убрать верхнюю крышку, сделать в цилиндре вертикальную центральную перегородку, накрыть цилиндр полусферой?! А что будет с решением задачи о конусе (бункере для угля – рис. 2б), если к нему приделать плоскую или сферическую крышку?! Мои студенты-вечерники увлеклись подобными оптимизационными задачами для емкостей самых различных форм, освоили азы математического анализа, а также соответствующие инструменты Mathcad и... получили удовольствие от этой работы. (Эти и другие задачи выложены на

сайте <http://communities.ptc.com/groups/optimisation-with-mathcad>.)

Не остался без внимания при решении задачи о коническом бункере и «напарник» производной – интеграл. Почему в формуле объема конуса стоит одна треть (см. первый оператор на рис. 1б), а не одна вторая или одна четвертая?! Здесь можно представить конус, составленный из тонких цилиндров с уменьшающимися диаметрами. Объем этих цилиндров можно просуммировать и получить приближенное значение объема конуса. Далее можно толщину этих цилиндров уменьшать, а их число увеличивать до бесконечности и переходить от суммы к интегралу, заодно вспоминая, что символ интеграла – это растянутая буква s , с которой начинается латинское слово «сумма».

Подобные задачи можно и нужно разбирать не только на занятиях по информатике, но и на занятиях по математическому анализу. Чем

наполнены эти занятия в настоящее время?! На лекциях даются основные понятия и доказываются некоторые базовые теоремы. А чем занимаются на практических занятиях?! Занимаются тем же «старинным устным счетом» – «вручную», без компьютера ищут пределы функций, находят их производные, берут интегралы, раскладывают выражения в ряды и т.д. и т.п., опираясь на элементарные правила этих математических операций: производная константы, умноженной на функцию, равна константе, умноженной на производную функции, производная суммы функций равна сумме производных от функций и т.д. и т.п. Такие занятия – это, конечно, «хорошая гимнастика для ума», но мои студенты-вечерники уже знали, что есть «калькулятор» для подобных задач и не понимали, почему их заставляют выполнять «вручную» такие действия. На практических занятиях по математическому анализу можно и нужно разрешить студентам пользоваться «символьными» калькуляторами, сместив акцент занятий с техники взятия «пределов – производных – интегралов» на более глубокое понимание этих инструментов, на их практическое применение в будущей инженерной деятельности. Можно утверждать, что современные школьники и студенты изучают математику фактически по учебникам и задачникам XVIII века. Да, появились специальные курсы высшей математики с использованием современных компьютерных математических программ [2], но основная масса школьников и студентов по-прежнему учатся по учебным программам и примерам трехсотлетней давности...

Мотивация изучения «устного счета» высшей математики – приемов поиска пределов, взятия производных и т.д. у студентов пропадает не только потому, что появились «калькуляторы», быстро и безошибочно выполняющие данные операции, но и потому, что бурно развиваются и реализуются на компьютерах численные методы решения математических задач. Этими методами традиционно занималась не математика, а прикладная математика. «Настоящие математики» традиционно дис-

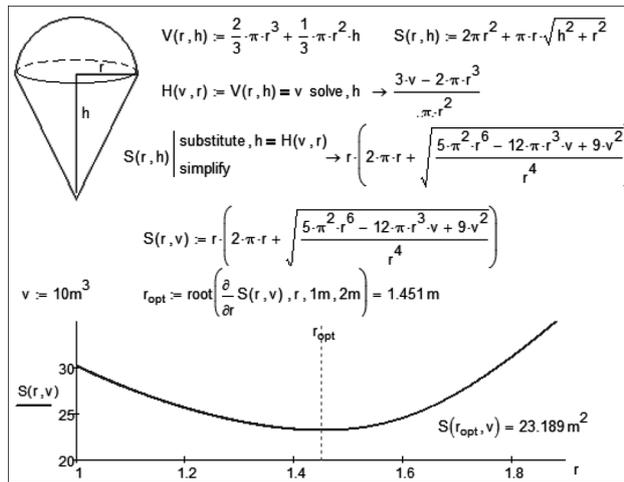
```

> Vol := (r, h) -> 1/3 * pi * r^2 * h
      Vol := (r, h) -> 1/3 * pi * r^2 * h
> Surf := (r, h) -> pi * r * sqrt(r^2 + h^2)
      Surf := (r, h) -> pi * r * sqrt(r^2 + h^2)
> H := unapply(solve(Vol(r, h) = V, h), r, V)
      H := (r, V) -> 3 * V / (pi * r^2)
> S := unapply(subs(h = H(r, V), Surf(r, h)), r, V)
      S := (r, V) -> pi * r * sqrt(r^2 + 9 * V^2 / (pi^2 * r^4))
> Sol := unapply(Deriv(S(r, V), r), r, V);
      Sol := unapply(simplify(Sol(r, V)), r, V) assuming r > 0;
Sol := (r, V) -> pi * sqrt(r^2 + 9 * V^2 / (pi^2 * r^4)) + 1/2 * (pi * r * (2 * r - 36 * V^2 / (pi^2 * r^5)) / sqrt(r^2 + 9 * V^2 / (pi^2 * r^4)))
      Sol := (r, V) -> (2 * r^6 * pi^2 - 9 * V^2) / (r^2 * sqrt(r^6 * pi^2 + 9 * V^2))
> R := solve(Sol(r, V) = 0, r, useassumptions)
      assuming r > 0, V > 0; Ropt := R:
      R := 1/2 * (3^(1/3) * 2^(5/6) * (V^2 * pi^4)^(1/6)) / pi
> Hopt := simplify(subs(r = Ropt, H(r, V))) assuming V > 0;
      Hopt := (V^(1/3) * 3^(1/3) * 2^(1/3)) / pi^(1/3)
> simplify(Hopt / Ropt) assuming V > 0; sqrt(2)

```

Рис. 2б. Задача о конусе с минимальной площадью поверхности

Рис. 2в. Задача о конусе и полусфере с минимальной площадью поверхности



танцуются от «ненастоящих» – прикладных математиков. Есть даже такая шуточная дефиниция: «Математика отличается от прикладной математики примерно так, как государь отличается от милостивого государя». Но с развитием вычислительных средств – с повышением мощности и доступности компьютеров, с появлением новых программ численные методы стали повсеместно вытеснять аналитические методы решения задач или, по крайней мере, выступать с ними сообща, на равных.

На рис. 2в показано решение задачи о минимальной поверхности конуса, накрытого полусферой сочетанием аналитических преобразований (символьной математики) и численных методов.

Конечно, очень интересно вывести формулу оптимального соотношения h к r для конуса с полусферой (рис. 2в), как мы это сделали для цилиндра (рис. 2а) и одиночного конуса (рис. 2в). Но тут символьная математика либо становится бессильной, либо выдает очень громоздкие решения. На рис. 2в задача о конусе, накрытом полусферой, решена «численной» функцией root для объема 10 m^3 . Ответ проверен на графике функции, которая была выведена символьной математикой Mathcad.

Вопрос о том, нужно ли на занятиях по математике использовать реальные задачи или можно ограничиться абстрактными примерами, остается дискуссионным. Школьники начальных классов изучают азы математики (арифметики) на реальных примерах типа: «У вас в кармане два яблока. Нечто взял у вас одно яблоко. Сколь-

ко у вас осталось яблок?» Затем, в старших классах и в вузе примеры постепенно заменяются на сугубо абстрактные – решить уравнение или систему уравнений, взять производную, найти первообразную и т.д. При этом «физика» задач напрочь игнорируется. Доходит до курьезов. В одном задачнике я видел такой пример: «Дана функция одного аргумента (приводится ее вид). Определить значения аргумента, при которых производная функции будет больше самой функции». Когда я возразил автору задачника, что не совсем корректно сравнивать функцию с ее производной, что это разные «физические

величины», что можно было бы ограничиться определением значений аргумента, при которых производная больше, например, нуля, то автор ответил, что математика никак не связана с «физикой» и что этот пример вполне корректен. Меня, например, коробят даже такие «невинные» выражения типа $x + x^2$: нельзя складывать величину и ее квадрат!

В настоящее время, вернее, последние 30–40 лет, в инженерном деле наблюдается повсеместный переход от аналитического решения задач к численным (еще их называют приближенными) методам. Это связано, с одной стороны, с громоздкостью и ограниченностью самих аналитических методов, а с другой – с развитием компьютерной техники. Но преподавание высшей математики в инженерном вузе, повторяем, по-прежнему базируется на учебниках трехсотлетней давности. Скажем не так категорично. Преподаватели высшей математики передают студентам знания, полученные самими преподавателями 30–40 лет назад, не просто игнорируя современные компьютерные средства, а убеждая всех, что они вредны для преподавания математики.

Система линейных алгебраических уравнений $A \cdot x = B$ совместна тогда и только тогда, когда ранг её основной матрицы A равен рангу её расширенной матрицы $A1$, причём система имеет единственное решение, если ранг равен числу неизвестных, и бесконечное множество решений, если ранг меньше числа неизвестных.

Случай 1 $A \cdot x = B$ $A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ $B := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ $A1 := \text{augment}(A, B) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 1 \\ 4 & 5 & 6 & 2 \\ 7 & 8 & 9 & 3 \end{pmatrix}$

Ранг основной матрицы	$\text{rank}(A) = 2$	Бесконечное множество решений $\text{rank}(A) = \text{rank}(A1) = 1$ $\text{rank}(A) < \text{cols}(A) = 1$
Ранг расширенной матрицы	$\text{rank}(A1) = 2$	
Число неизвестных	$\text{cols}(A) = 3$	

Графическая иллюстрация - три плоскости пересекаются в одной линии

$z1(x, y) := A_{0,0}x + A_{0,1}y + A_{0,2}z = B_0$ solve, $z \rightarrow \frac{1}{3} - \frac{2 \cdot y}{3} - \frac{x}{3}$
 $z2(x, y) := A_{1,0}x + A_{1,1}y + A_{1,2}z = B_1$ solve, $z \rightarrow \frac{1}{3} - \frac{5 \cdot y}{6} - \frac{2 \cdot x}{3}$
 $z3(x, y) := A_{2,0}x + A_{2,1}y + A_{2,2}z = B_2$ solve, $z \rightarrow \frac{1}{3} - \frac{8 \cdot y}{9} - \frac{7 \cdot x}{9}$

Рис. 3а. Решение С.Л.АУ в среде Mathcad – бесконечное множество решений

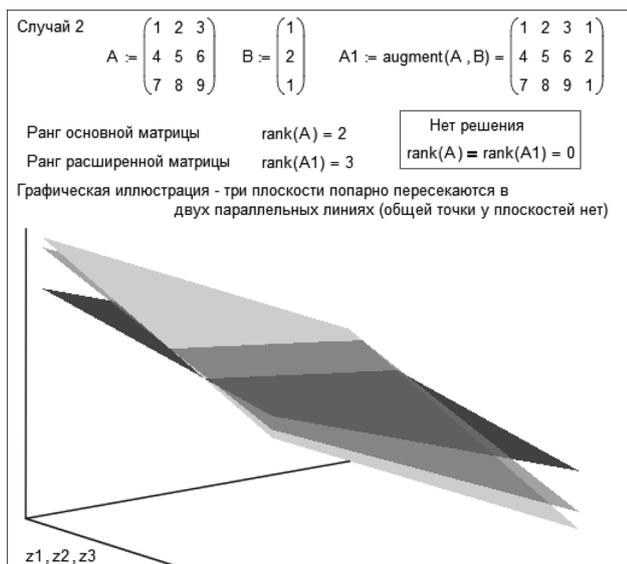


Рис. 3б. Решение СЛАУ в среде Mathcad – нет решения

Мы здесь речь ведем об инженерных вузах, а не о «мехматах» университетов, где учат совсем другой математике. Многие, но, увы, далеко не все выпускники этих университетов успешно преподают математику в инженерных вузах, осваивая их профиль, вводя соответствующие примеры в читаемые курсы и используя компьютер. Но это, скорее, исключение, а не правило. Правило же то, что многие выпускники университетов читают

в инженерных вузах укороченные и адаптированные университетские лекции по математике.

Третье событие, побудившее меня написать эту статью, касалось уже моих очных студентов, которым я также читаю курс информатики, базирующийся на использовании математических программ (см. <http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/Potoki.htm>). На одной консультации перед экзаменом по информатике мои студенты признались, что они

очень плохо сдали последний экзамен – экзамен по линейной алгебре, по учебному курсу, который студенты изучают параллельно курсам математического анализа и информатики. Ядром курса матанализа является изучение функциональных зависимостей, один из примеров которых дан на рис. 2. Линейная алгебра со своими векторами и матрицами нацелена на решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Анализируя провалы на экзамене (трудности понимания) моих студентов в линейной алгебре, я, иллюстрируя инструменты Mathcad, исследовал систему трех линейных уравнений и привел для каждого случая геометрическую интерпретацию – см. рис. 3.

На рис. 3 средствами Mathcad показаны три случая, возникающих при решении систем трех и более линейных алгебраических уравнений: бесконечное множество решений (три плоскости пересекаются не в точке, а на по прямой линии – рис. 3а), отсутствие решения (три плоскости попарно пересекаются на двух прямых – рис. 3б) и единственное решение (рис. 3в). После такого разбора задачи с ее графической интерпретацией студенты мне сказали, что если бы им все это показали на занятиях по линейной алгебре, то они бы сдали экзамен намного лучше: не было бы простого зазубривания теорем, а было бы ясное понимание – если бы не сути задачи, то, как минимум, ее постановки. Кстати, о решении СЛАУ в энергетике. Создание и реализация простейшей математической модели электрической сети отдельного населенного пункта или страны в целом сводится к составлению и решению СЛАУ с десятками или даже сотнями тысяч неизвестных. Без глубокого знания методов решения СЛАУ, то есть без знания линейной алгебры, тут не обойтись. Системы большой размерности решаются численными методами линейной алгебры, изучение которых в стандартный курс линейной алгебры не входит.

Здесь тоже представляется весьма желательным и целесообразным решать задачи линейной алгебры на семинарах не «ручкой на бумаге», а «мышкой компьютера по его дисплею» или даже по большому экрану, висящему в аудитории, где читается

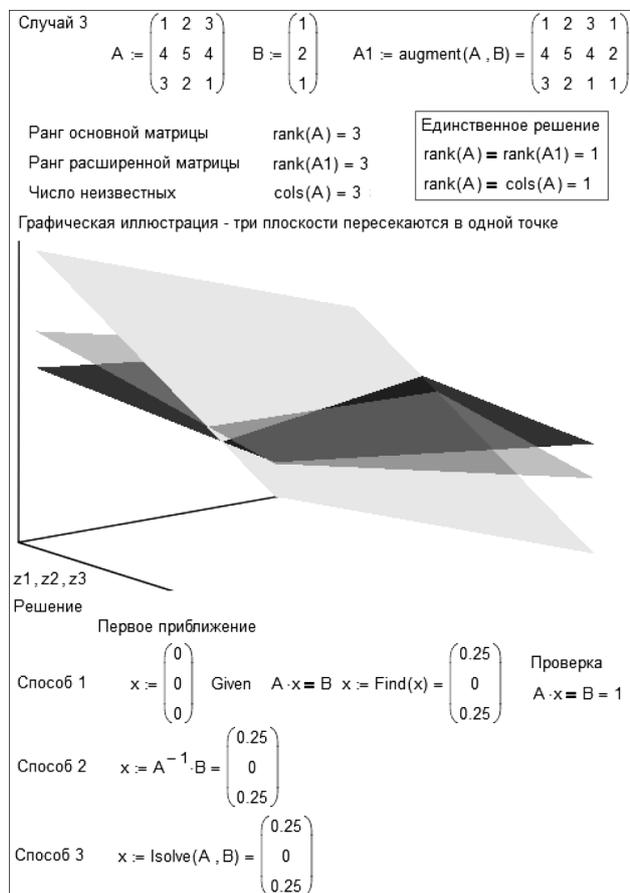


Рис. 3в. Решение СЛАУ в среде Mathcad – единственное решение

курс линейной алгебры. Есть даже лазерные устройства, которые позволяют в аудитории над головами студентов строить и поворачивать плоскости, показанные на рис. 3.

Кстати, о визуализации решения, подкрепления его графиками и даже анимацией. Современные математические программы предоставляют пользователям простые и удобные средства анимации. На форуме PlanetPТC (PТC – это фирма-разработчик Mathcad) автор открыл подфорумы, на которых помещены анимации решения некоторых типовых задач математики – см. <http://communities.ptc.com/groups/animation-of-math-methods-in-mathcad>.

Выводы

1. Современные математические компьютерные программы позволяют по-новому поставить преподавание математики в школе и вузе, учитывая тягу школьников и студентов к компьютерам.
2. Средствами графики и анимации можно существенно повысить понимание школьниками и студентами базовых понятий и теорем математики.
3. Современные информационные технологии позволяют преобразовать традиционные решения математических задач в написание некоего реферата, где численные и аналитические решения будут дополнены рассуждениями об истории задачи, о развитии методов ее решения, о допустимости тех или иных ограничений и т.д. в стиле, например, данной статьи.

Послесловие

Есть такая книга, вернее, сборник «О математике: проблемы преподавания» (составители А.Д. Ярцева и А.В. Чернавский – М.: Знак, 2012 – 364 с. – см. ozon.ru/context/detail/id/19725947). Сборник очень неровный. Более половины текста сборника – это воспоминания о прекрасных педагогах-математиках и об уникальных школах и интернатах с математическим уклоном советских времен. Есть и другие очень интересные статьи, а есть явные спекуляции.

Основная идея книги («плач Ярославны») – такая: в СССР была лучшая в мире система математи-

ческого образования, которую «демократы» и «либералы» постепенно разрушают.

Слов о том, что нашим «демократам» и «либералам» компьютеры помогают добывать «наше самое лучшее математическое образование», в явной форме в сборнике нет, но они в завуалированном виде пронизывают многие статьи. В частности, утверждается, что калькулятор и компьютер работают только с десятичными дробями, а начинать изучать математику (арифметику) нужно сугубо с простых дробей. И если этого не сделать, то никаких хороших знаний по математике школьникам уже не привить. Но современный школьник имеет под рукой калькулятор (см. начало статьи) и не понимает, зачем его заставляют учить эти самые дроби и в чем принципиальная разница между простой и десятичной дробью. Отсюда же идет и непонимание рационального и иррационального числа, алгебраического и трансцендентного уравнения и т.д. и т.п.

Что тут можно возразить, точнее, добавить?! Когда автор этих строк получал образование – среднее и высшее, дела обстояли так. Из десяти восьмых классов школы, где учился автор, в девятый класс переходило только 5 – 10%. Остальные шли работать на производство, поступили в техникумы или ПТУ. Из десятого класса этой же школы потом в вузы поступало примерно 30% выпускников. Можно сказать, что в те годы, о которых ностальгируют авторы сборника (50-90-е годы прошлого столетия – до начала перестройки), старшие классы школы и вузы были элитными учебными заведениями, где посчастливилось учиться далеко не всем. А были еще и спецшколы и интернаты для одаренных детей, в частности, в области математики. Были также и «элитные» вузы типа МГУ (alma mater большинства авторов сборника), МФТИ, МИФИ... Теперь же в вузы, которых сейчас расплодилось немереное количество, поступает 90% и более тех, кто пошел в первый класс школы. О каком качественном математическом образовании тут может идти речь?!

И о дробях, простых и десятичных. Пакет Mathcad имеет средства работы с простыми дробями и при желании их можно успешно

использовать в начальных классах школы. Основное действие при работе с простыми дробями, при их, например, сложении – это нахождение наибольшего общего делителя (НОД) знаменателей дробей. В Mathcad есть такая функция – gcd. Кроме того, в среде Mathcad число можно с помощью оператора factor разложить на простые множители ($69 = 3 \cdot 23$ и $57 = 3 \cdot 19$). На рис. 4 показано, как можно в полуавтоматическом режиме (цепочкой ручных присвоений, определив перед этим НОД и/или простые множители знаменателей) правильно сложить в среде Mathcad две простые дроби. (Кстати, в упомянутом сборнике в ряде статей с ехидцей констатируется, что американские школьники, решая такую задачу, просто-напросто сложат числители и знаменатели двух дробей и получат $181/126$ и что скоро так будут делать и наши школьники, если не предпринять срочных мер по спасению математического образования).

На рис. 4 показано также диалоговое окно форматирования результата, где есть позиция «Дробь», позволяющая выводить ответ в виде простой дроби. Этим инструментом, кстати, нужно пользоваться осторожно – можно вывести и отформатировать значение числа π в виде $22/7$ и утверждать, что эта математическая константа является рациональным числом. На рис. 4 показана также панель операторов «Калькулятор», в котором есть кнопка ввода в расчет числа в виде целой части и части в виде простой дроби. Это позволяет работать с простыми дробями в среде Mathcad – вернуться, так сказать, в начальные классы школы.

Но есть в сборнике и зачаточные мысли о том, что компьютер при умном к нему подходе со стороны учеников, а главное, со стороны преподавателей может и возродить математическое образование – «я тебя погубил, я тебя и спасу!». В одной статье говорится об использовании на лекциях по математике компьютера, Интернета, проектора, большого экрана и т.д., но, увы, ничего не говорится о современных математических программах. Эту мысль мы постарались развить в данной статье. Ведь преподаватели математики для многих школьников и студентов это не «прекрасные педагоги», о кото-

Рис. 4. Работа в среде Mathcad с простыми дробями

$\frac{57}{69} + \frac{124}{57} = ???$ $\text{gcd}(69, 57) = 3$ Разложение знаменателей на простые множители
 69 factor $\rightarrow 3 \cdot 23$ 57 factor $\rightarrow 3 \cdot 19$

$\frac{57}{69} = \frac{19}{23}$ $\frac{69}{3} = 23$ Так может вычислить человек

$\frac{57}{69} + \frac{124}{57} = \frac{57 \cdot 19}{69 \cdot 19} + \frac{124 \cdot 23}{57 \cdot 23} = \frac{1083}{1311} + \frac{2852}{1311} = \frac{1083 + 2852}{1311} = \frac{3935}{1311} = \frac{3 \cdot 1311 + 2}{1311} = 3 \frac{2}{1311}$

Формат результата: Отображение единиц измерения Погрешность
 Формат числа: Параметры отображения

Так вычисляет Mathcad: $\frac{57}{69} + \frac{124}{57} = 3.002$
 $\frac{57}{69} + \frac{124}{57} = \frac{3935}{1311}$
 $\frac{57}{69} + \frac{124}{57} = 3 \frac{2}{1311}$

Калькулятор: sin cos tan ln log, n! i |x| Γ °, e^x 1/x x^2 x^y, π 7 8 9 /, 4 5 6 x, Смешанное число Ctrl+Shift+=

Рис. 5. Задача о площади прямоугольника

$$\begin{cases} a \cdot b = S \\ (a - b) + S = 183 \\ a + b = 27 \end{cases} \text{ solve, } \begin{pmatrix} S \\ a \\ b \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 180 & 15 & 12 \\ 182 & 14 & 13 \end{pmatrix}$$

$a := 15 \text{ m} \quad b := 12 \text{ m} \quad S := a \cdot b = 180 \text{ m}^2 \quad a + b = 27 \text{ m}$

$(a - b) + S = \blacksquare$

Значение имеет единицы измерения: длина², а должно иметь единицы измерения: длина.

рых много написано в сборнике, а «мучителей толпа», заставляющая заучивать теоремы и считать в уме. Многим людям в кошмарных снах до сих пор снятся наибольшие общие делители, наименьшие общие кратные, простые числа и прочие «орудия пытки». Компьютер может на уроках математики взять на себя рутинную работу (убрать нудную сторону математики), оставляя учителю и ученикам простор для творчества.

И еще один аспект сборника, перекликающейся с темой статьи [1]. В сборнике много внимания уделяется анализу различий в подходах к решению задач физиками и математиками, вопросам привязки занятий по математике в вузах, вернее, во вузах к будущей инженерной специальности. Ведь студенты проходят математику не только для общего развития, но и для сугубо практических целей. Дискуссионный вопрос сборника – какие задачи решать на занятиях по математике: абстрактные или привязанные к профилю студента: электрика, теплотехника, химика и т.д. У автора в этом плане есть не-

кая «красная тряпка», которой он дразнит математиков – найти корни уравнения $x + x^2 = 0$ (см. выше). Математики чувствуют подвох в этом вопросе и дают свой ответ (ноль и минус единица) только после дополнительных уговоров и разъяснений. Но когда они слышат, что нельзя складывать величину и ее квадрат, что это равносильно сложению метров с килограммами, математики тут взрываются. Другой уже упоминавшийся пример: есть функция, нужно определить значения аргументов, при которых производная больше функции. Возражения в том плане, что это опять же «сложение метров с килограммами, вернее, расстояния и скорости», воспринимаются опять же в штыки. Математики очень болезненно реагируют на математические ошибки физиков, но очень легко прощают себе свои «физические ошибки», считая, что математика совершенно свободна от реалий нашего физического мира. Из задачника в задачник кочует задача, которую списали еще с глиняных табличек древнего Вавилона (она приводится и в сборнике как иллюстрация того, откуда взялись квадратные уравнения): Я перемножил длину и ширину, получил площадь; излишек длины над шириной, сложенный с площадью, равен 183; сумма длины и ширины равна 27; найти длину, ширину и площадь. Вопрос о том, можно ли складывать длину и площадь, математиков, и древних и современных совершенно не интересует. На рис. 5 показано решение этой задачи в среде Mathcad.

Задача на рис. 5 решена – найдены два решения на выбор (в задачниках, как правило, приводится лишь одно решение), но перевод чисел a и b в размерные величины (длина) и проверка ответа (а ее всегда нужно делать при решении задачи на компьютере и/или без него) выявила «физический» дефект задачи, о котором мы говорили выше. И таких задач в задачниках по математике уйма! Эти «авгиевы конюшни» нужно чистить! А Гераклом тут может выступить тот же компьютер, в паре, конечно, с математиками, ведущими занятия в школах и вузах. Им нужно прекратить наконец-то «плакать как Ярославна», а принять компьютер в «свой ряды». Мы должны наконец-то перестать мучить школьников и студентов работой, которую прекрасно может сделать компьютер и которую 99% школьников и студентов считают занудством, а только 1% математических талантов и гениев или просто одаренных людей – творческой работой. Нужны новые математические задачи и для развития «мозгов» и для практических целей. И задачи эти должны решаться в связке «человек – компьютер».

Продолжение данной статьи с дополнительными примерами можно найти на сайте <http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/Math.pdf>.

Автор выражает глубокую благодарность Н.А. Сливиной [2] за ценные советы и замечания по статье.

Литература

1. Очков В.Ф. Задачи по физике: новый подход к решению // Открытое образование. – 2012. – № 6. <http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/Physic.pdf>
2. Плис А.И., Сливина Н.А. Mathcad: математический практикум. – М.: Финансы и статистика, 1999.
3. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. – СПб.: ВHV, 2009. http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad_14/RusIndex.html
4. Гурский Д., Турбина Е. Mathcad для студентов и школьников. Популярный самоучитель. – СПб.: Питер, 2005.

Методы тестирования знаний на основе применения аппарата нейронной сети

Представлены методы тестирования знаний учащихся и алгоритм анализа ответов на примере гуманитарных дисциплин. Данные методы основаны на комбинации традиционных методов тестирования и применении аппарата нейронных сетей. Уникальность алгоритма позволяет использовать его в различных сферах анализа естественно-языковых текстов.

Ключевые слова: контроль знаний, модели и алгоритмы, методы тестирования, компьютерные системы контроля знаний, нейронная сеть.

TESTING METHODS OF KNOWLEDGE ON THE BASIS OF NEURAL NETWORK

The methods of testing students' knowledge and ability to assess the responses to the example of the humanities. These methods are based on a combination of traditional testing methods and apparatus using neural networks. Uniqueness of algorithm allows to use it in various spheres of the analysis of natural language texts.

Keywords: knowledge control, models and algorithms, computer systems of knowledge control, neural networks.

Введение

В современном мире система образования постоянно модернизируется и вносит свои коррективы. В связи с этим растет популярность компьютерных и аналоговых тестов. Под компьютерными тестами будем понимать автоматизированные компьютерные системы тестирования, под аналоговыми – классическое тестирование, т.е. бумажные тесты. При разработке компьютерных и аналоговых тестов возможно два типа представления тестовых заданий – в открытой и закрытой форме.

Классификация тестов основывается на наличии или отсутствии дополнительной информации, вводимой испытуемым. В случае необходимости дополнительной информации тест относится к открытой форме, при ее отсутствии – к закрытой. Тестовые задания закрытой формы, как правило, сводятся к предъявлению тестируемому фиксированного множества тестовых заданий и различных вариантов ответов на каждое из них [1, 2]. Задача тестируемого состоит в выборе одного или нескольких истинных, по его мнению, ответов на каждое тестовое задание [3]. Основу этих

способов составляет оценивание истинности предлагаемых вариантов ответов, что требует от организатора тестирования признать абсолютную истинность одних вариантов ответа и абсолютную ложность других вариантов. Недостаток такого подхода состоит в невозможности учитывать при тестировании неполные или не совсем точные ответы обучаемого [4].

Как правило, тестовое задание закрытой формы состоит из двух частей: вопросной части, содержащей вопрос или утверждение, и ответной, содержащей 3 или 4 варианта ответа, среди которых только один верный. Задания же открытой формы требуют ввода дополнительной информации – дополнения. Как правило, ответы на задания открытой формы анализируют эксперты – опытные специалисты в данной области.

В заданиях с выбором одного ответа большая вероятность угадывания верного ответа. Она равна обратной величине количества вариантов ответов. Задания, называемые заданиями с множественным выбором [5], фактически являются расширенным вариантом заданий с единственным выбором. Веро-

ятность угадывания правильного ответа в этом типе заданий очень мала, поскольку количество вариантов неправильных ответов в заданиях может быть различным.

Задача авторов состоит в анализе и усовершенствовании методов тестирования знаний, а также существующих алгоритмов обработки текстовой информации.

1. Метод уточнения результата

Данный метод является дальнейшим развитием результатов работ [1, 3]. За основу используется вопрос закрытого типа, и в случае, если ответ будет дан неверно, тестируемому задается еще один вопрос, ответ на который требуется дать в открытой форме, т.е. тестируемый сможет объяснить, почему он дал именно этот ответ. Это позволяет исключить элемент угадывания, а также дается возможность исправить результат, если ответ был дан неверно. В результате тестирования выводятся данные, в которых отражается итоговый результат, где тестируемый может увидеть, в каком месте он допустил ошибку.

Рассмотрим простой пример из тестов по философии. Тестируемо-



Артур Александрович Мицель,
 д.т.н, профессор каф. АСУ,
 Томский государственный
 университет систем управления и
 радиоэлектроники
 www.tusur.ru
 Профессор каф. информационных
 систем (ИС),
 Юргинский технологический
 институт НИ ТПУ
 uti.tpu.ru
 Тел.: 8 (3822) 70-15-36
 Эл. почта: maa@asu.tusur.ru

Artur A. Mitsel,
 Doctor of Engineering Science, Professor
 of Department ASC
 Tel.: 8 (3822) 70-15-36
 E-mail: maa@asu.tusur.ru
 Tomsk State University of Control
 systems and Radioelectronics
 www.tusur.ru
 Professor, Department of Information
 Systems (IS), Institute of Technology
 Yurginskiy NO TPU
 uti.tpu.ru



Алексей Андреевич Погуда,
 ст. преподаватель ФИТ
 Тел.: 8 (3822) 52-94-98
 Эл. почта: alexsmail@sibmail.com
 Томский государственный
 университет
 www.tic.tsu.ru

Aleksey A. Poguda,
 senior Lecturer FIT
 Tel.: 8 (3822) 52-94-98
 E-mail: alexsmail@sibmail.com
 Tomsk State University
 www.tic.tsu.ru

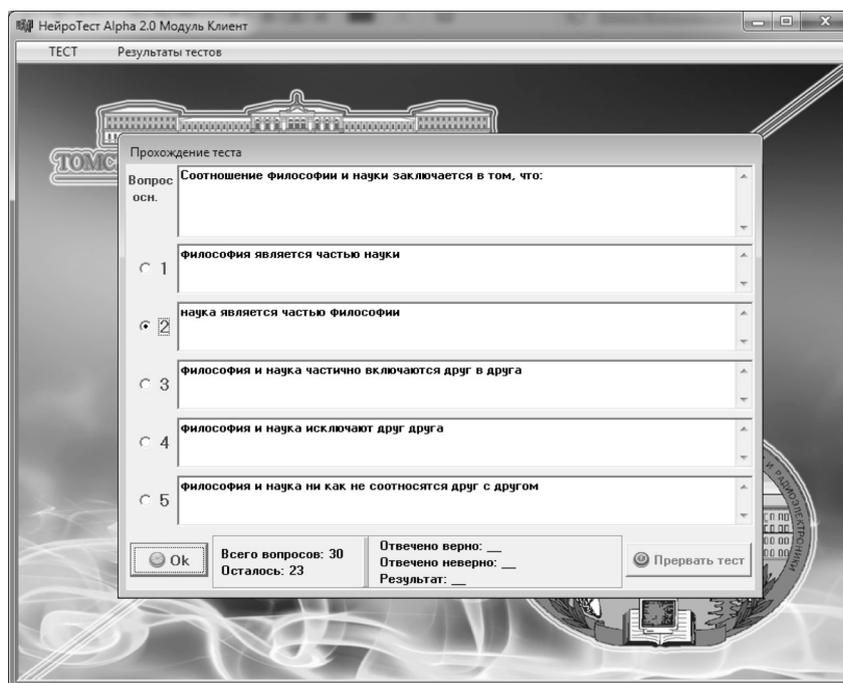


Рис. 1. Пример прохождения теста с применением метода уточнения результата в разработанной системе тестирования «НейроТест»

му задается вопрос «Соотношение философии и науки заключается в том, что...» и предлагаются 5 вариантов ответа (рис. 1). Предположим, что был дан ответ «наука является частью философии», система тестирования распознает ответ как частично неправильный и задает дополнительный вопрос, ответ на который требуется дать в открытой форме (рис. 2).

Рассмотрим предлагаемый метод более подробно. Метод содержит 3 основных блока [3].

В первом блоке содержатся вопросы закрытой формы. Результат ответа первого блока учитывается при окончательном анализе, т.е. после обработки ответа открытой формы. В некоторых тестах закрытой формы встречаются вопросы с «изюминкой», на которые следует

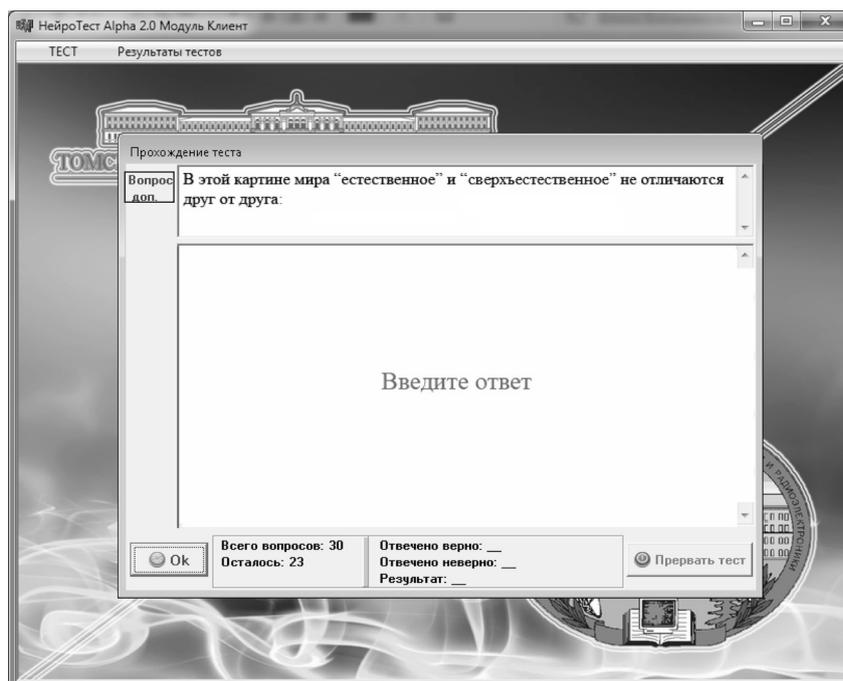


Рис. 2. Ответ на дополнительный вопрос открытой формы



Константин Андреевич Семенов,
студент
Тел.: 8 (3822) 70-15-36
Эл. почта: icetomcat@gmail.com
Томский государственный
университет систем управления и
радиоэлектроники
www.tusur.ru

Konstantin A. Semenov,
student
Tel.: 8 (3822) 70-15-36
E-mail: icetomcat@gmail.com
Tomsk State University of Control
systems and Radioelectronics
www.tusur.ru



Анастасия Евгеньевна Утешева,
студент
Тел.: 8 (3822) 70-15-36
Эл. почта: uae2010@mail.ru
Томский государственный
университет систем управления и
радиоэлектроники
www.tusur.ru

Anastasia E. Utesheva,
student
Tel.: 8 (3822) 70-15-36
E-mail: uae2010@mail.ru
Tomsk State University of Control
systems and Radioelectronics
www.tusur.ru

Фамилия	Имя	Отчество	Уч.завед	Курс	Группа	Дата/время	К.вопр	Прав	Непр	%	Превр.
Иванов	Иван	Иванович	ТГУ ФИТ	4	18603	01.07.2011 22:27:40	30	30	0	100	0
Петров	Иван	Семенович	ТГУ ФИТ	4	18603	04.07.2011 11:51:37	31	14	17	46	0
Сидоров	Петр	Петрович	ТГУ ФИТ	5	18501	05.07.2011 10:13:15	0	0	0	0	1
Семенов	Олег	Андреевич	ТГУ	2	17845	05.07.2011 10:17:53	21	9	12	51	0
Ленов	Василий	Львович	ТГУ	5	19808	05.07.2011 10:18:43	33	14	19	48	0
Анохов	Лев	Семенович	ТГУ	5	19808	07.07.2012 12:31:10	20	8	12	45	0
Елизарова	Ирина	Львовна	ТГУ	4	18905	06.07.2012 12:39:48	18	7	11	47	0
Иванов	Андрей	Андреевич	ТУСУР	4	499	09.08.2012 23:47:20	5	2	3	45	0
Рыбанов	Константин	Алексеевич	ТУСУР	4	499	27.08.2012 15:48:38	12	7	5	66	0
Семашко	Иван	Иванович	ТГУ	5	18602	02.10.2012 14:24:29	12	5	7	54	0
Романенко	Ростислав	Иванович	ТУСУР	4	405	02.10.2012 14:24:58	0	0	0	0	1
Колотаев	Иван	Иванович	ТУСУР	5	18003	28.11.2012 16:21:34	0	0	0	0	1

Рис. 3. Результаты тестирования в системе тестирования «НейроТест»

давать строго определенные варианты ответа, но при этом среди выбранных вариантов приводятся и другие, частично правильные ответы. Поэтому для частных случаев возможные значения дополняются определенным заранее параметром, который означает частично верный ответ.

Второй блок отвечает за обработку ответа, который введен тестируемым на вопросы открытой формы, с помощью разработанного алгоритма и применения нейронной сети. Здесь тестируемый либо подробно объясняет, почему он выбрал именно этот вариант ответа в первом блоке, либо система задает ему дополнительный вопрос, касающийся этой темы, например, если ответ был дан неверно (рис. 2). Данный параметр задается орга-

низаторами тестирования. В итоге ответ тестируемого сравнивается с правильным ответом, после чего на выходе мы имеем процентное соотношение истинности. Особенностью этого блока является то, что если тестируемый неверно ответил на вопрос в блоке 1, то здесь ему дается шанс исправиться, так как в этом случае в блоке 2 ответ оценивается независимо от ответа в блоке 1.

В третьем блоке вычисляется итоговый результат тестирования. Оценка в тесте выводится за каждый ответ, и в конце теста выводится результат в виде средней оценки. Результат оценки по каждому вопросу выводится из заранее подготовленных шаблонов, которые могут изменяться для каждого типа вопросов. Так, например, при

Таблица 1

Детальный просмотр заданных вопросов

Вопрос	Формулировка вопроса	Балл за ответ блок А / блок Б	Оценка
6	Соотношение философии и науки заключается в том, что:	50% / 96%	5
1 доп	В этой картине мира «естественное» и «сверхъестественное» не отличаются друг от друга.	—	—
Итоговая оценка за тест			5 (5)

Таблица 2

Детальный просмотр данных ответов

Вопрос	Данный ответ	Правильный ответ	Балл за ответ
6	наука является частью философии;	философия и наука частично включаются друг в друга;	50%
1 доп	в мифологической картине мира	в мифологической	96%

Таблица 3

Детальный просмотр заданных вопросов

ИД	1		
Вопрос	Формулировка вопроса	Балл за ответ блок А / блок Б	Оценка
10	В этой картине мира «естественное» и «сверхъестественное» не отличается друг от друга.	100%	5
Итоговая оценка за тест			5 (5)

Таблица 4

Детальный просмотр данных ответов

ИД	1		
Вопрос	Данный ответ	Правильный ответ	Балл за ответ
10	в мифологической	в мифологической	100%

результате ответа на вопрос более 75% система оценит ответ на «отлично». Более детально информация отображена в табл. 1 и 2.

2. Метод коррекции ошибок

Суть метода заключается в объединении методов оценки ответа на вопросы закрытого и открытого типа. Основное отличие предлагаемого метода от метода оценки ответа закрытой формы заключается в том, что среди ответов закрытой формы присутствует поле «Свой ответ», где тестируемый может предложить свой вариант ответа. Новый метод отличается и от ответов на задания открытой формы, так как отсутствует необходимость ввода своего ответа и можно выбрать уже существующие варианты. К преимуществам данного метода можно отнести и то, что преподаватель при проверке ответов открытой формы может составить представление о том, насколько усвоен пройденный материал, а также проанализировать ответы и переформулировать существующие ответы закрытой формы. При проверке ответов на задания открытой формы преподаватель работает только с полем «вопрос-ответ» и уникальными номерами, которые присваиваются при входе тестируемого в систему тестирования. Такой подход позволяет исключить пред-

взятое отношение преподавателя к тестируемому. Подробная информация отображена в табл. 3 и 4.

Данный метод не предусматривает дополнительные вопросы в случае абсолютно или частично неверного ответа, но организаторы тестирования могут активировать эту опцию.

Рассмотрим приведенный выше метод на конкретном примере. При прохождении тестирования был задан вопрос: «В этой картине мира естественное и сверхъестественное не отличаются друг от друга:», и предлагается 4 варианта ответа на выбор или ввод своего ответа (рис. 4). В данном случае, тестируемый вы-

брал 3 вариант ответа «в мифологической», что является правильным ответом.

Помимо основного преимущества предусматривается возможность динамической базы ответов. Под термином «динамическая база ответов» подразумевается, что к каждому вопросу в базе данных формируется база правильных и неправильных ответов. На начальной стадии преподаватель или организаторы тестирования формируют базу вопросов по той или иной дисциплине, где для каждого вопроса достаточно 2 правильных и 6 неправильных ответов. При прохождении тестирования из базы правильных ответов в случайном порядке выбирается только 1 верный ответ, а из базы неправильных ответов – 3. Если при прохождении теста тестируемый предложит свой вариант ответа и он окажется верным, то система добавляет его в базу данных ответов и помечает маркером потенциально правильный ответ. Аналогично система поступает и в том случае, если ответ будет предложен неверно, за исключением того, что ответ будет помечен как неправильный. После завершения тестирования преподаватель либо соглашается с предложенным вариантом ответа, и тогда тот добавляется в базу правильных ответов, либо засчитывает его неправильным и, если потребуется, заносит в базу неправильных ответов.

Система тестирования «НейроТест» предусматривает возможность прерывания прохождения теста. Во время прохождения тес-

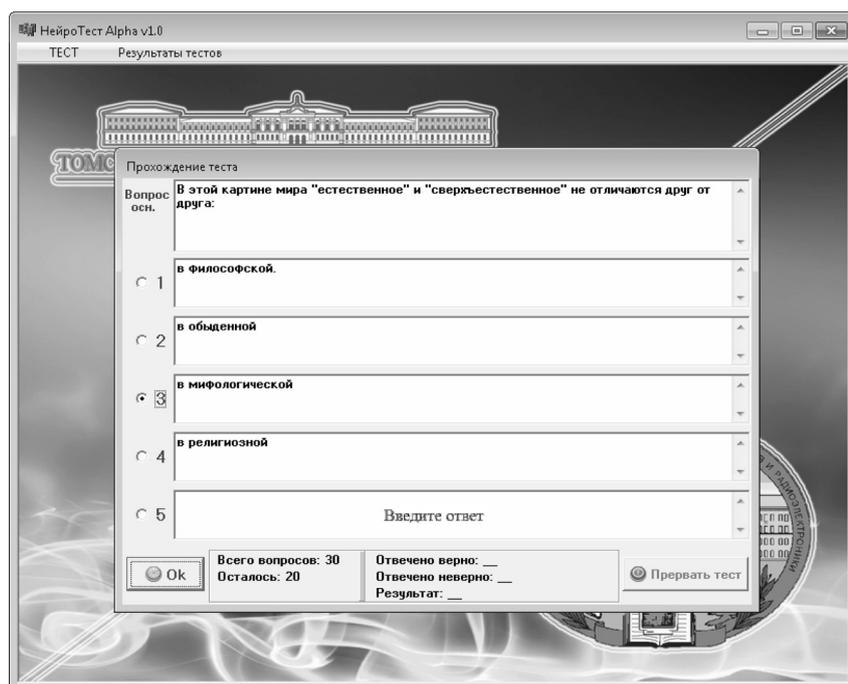


Рис. 4. Пример прохождения теста с применением метода коррекции ошибок

тирования в случае закрытия или прерывания теста в базе данных регистрируется событие о прерывании теста. Данная опция введена для исключения случаев, когда тестируемый выбирает вариант с максимальным итоговым баллом путем многократного прохождения тестирования.

3. Нейронные сети в задачах тестирования

Использование нейронных сетей представляет собой принципиально новый подход к решению задач тестирования и контроля знаний, а также идеально подходит для анализа текстов на естественном языке. Это может максимально приблизить оценивание знаний компьютером к выводам, которые делает преподаватель при проверке устного или письменного задания.

Искусственная нейронная сеть – это набор нейронов, соединенных между собой. Как правило, передаточные функции всех нейронов в нейронной сети фиксированы, а веса являются параметрами нейронной сети и могут изменяться. Некоторые входы нейронов помечены как внешние входы нейронной сети, а некоторые выходы – как внешние выходы нейронной сети. Подавая любые числа на входы нейронной сети, мы получаем какой-то набор чисел на выходах нейронной сети. Нейронные сети могут менять свое поведение в зависимости от состояния окружающей их среды. После анализа входных сигналов (возможно, вместе с требуемыми выходными сигналами) они самонастраиваются и обучаются, чтобы обеспечить правильную реакцию [5]. Обучение нейронной сети заключается в изменении «силы» синаптических связей между нейронами. После того, как проведен анализ входных сигналов, синаптические связи обучаются и настраиваются, чтобы обеспечить правильную реакцию. Обученная сеть, как правило, устойчива к небольшим отклонениям входных данных, это позволяет ей правильно обрабатывать образ, который содержит различные помехи и искажения [6]. Существует множество различных нейросетевых

архитектур, и к наиболее распространенным и изученным архитектурам относятся многослойный персептрон, нейронная сеть с общей регрессией, а также нейронная сеть Кохонена.

Выделяют три основных вида обучения: с учителем, самообучение и смешанный. В первом случае, т.е. с учителем, известны все верные ответы к каждому входному примеру, а для того, чтобы минимизировать ошибку, автоматически подстраиваются веса. Во втором случае при обучении распределяются по категориям формирующиеся образцы за счет раскрытия внутренней структуры и природы данных. В последнем случае используются оба подхода. Существует множество алгоритмов и методов обучения, которые ориентированы на решение широкого круга задач. Среди наиболее эффективных современных алгоритмов выделяют алгоритм обратного распространения ошибки. Идея такого алгоритма заключается в том, что изменение весов синапсов происходит с учетом локального градиента функции ошибки. Разница между реальными и верными ответами нейронной сети распространяется в обратном направлении навстречу потоку сигналов. В этом случае каждый нейрон может определить вклад каждого своего веса в суммарную ошибку сети. Главное при обучении – изменить синоптические веса пропорционально их вкладу в общую ошибку.

Для более корректной работы алгоритма выбранную нейронную сеть следует правильно обучить, т.е. подобрать значения ее весов так, чтобы она работала нужным образом. В нейронных сетях, используемых на практике, количество весов достигает несколько десятков тысяч, поэтому обучение –

это сложный и долгий процесс. Для многих существующих архитектур разработаны специальные алгоритмы обучения, которые позволяют настроить веса нейронной сети определенным образом. Среди популярных алгоритмов можно выделить метод обратного распространения ошибки (Error Back Propagation), как правило, его используют для обучения персептрона. Более подробно с данным алгоритмом можно ознакомиться в работе [3].

Одной из современной и гибкой к обучению является нейронная сеть Кохонена (рис. 5). По своей архитектуре она более подходит для обработки естественно-языковых текстов, так как в такой сети все объекты классифицируются, и представляется в виде некоторого вектора, подающего на вход нейронной сети. Количество нейронов во входном слое определяется количеством компонентов этого входного вектора, а количество выходов определяется количеством классов, но возможна ситуация, когда несколько нейронов относятся к одному классу. Весовые коэффициенты являются объектами того же типа, что и входные данные. Далее вводится функция расстояния между объектами данного типа, в нашем случае, это расстояние Левенштейна. Нейронная сеть Кохонена используется в классическом виде (рис. 6), но вычисление расстояния Левенштейна модифицировано под решение конкретной задачи.

Для проведения семантического анализа ответа открытой формы используется самоорганизующаяся карта (SOM), она состоит из компонентов, называемых узлами или нейронами. Их количество задается аналитиком или меняется в процессе обучения. Каждый из узлов описыва-

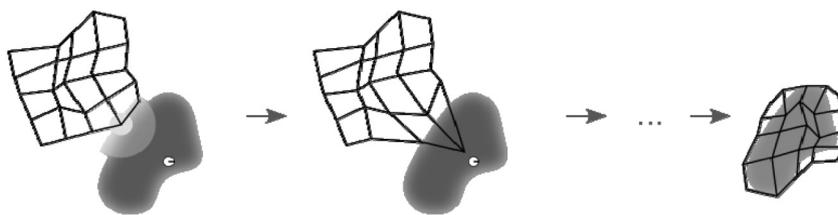


Рис. 5. Процесс самоорганизации из произвольного случайного положения вершин сети

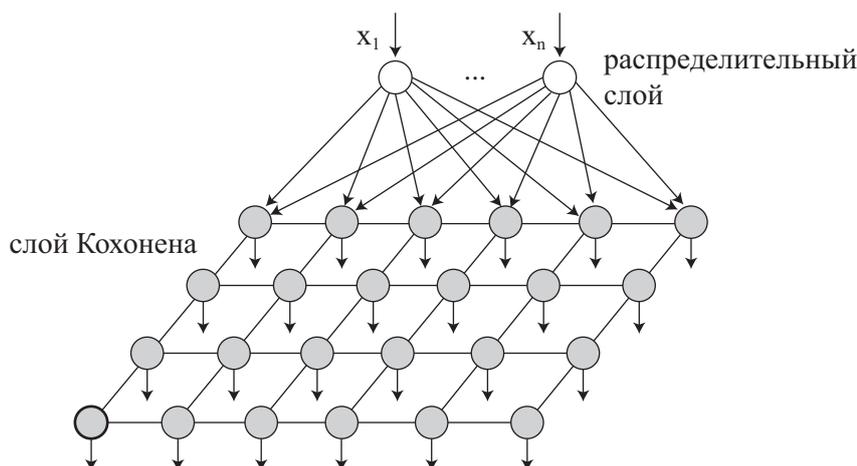


Рис. 6. Топология самоорганизующейся карты Кохонена

ется двумя векторами. Первый – вектор веса, имеющий такую же размерность, что и входные данные. Второй вектор представляет собой координаты узла на карте [3]. Обычно узлы располагают в вершинах регулярной решётки с квадратными или шестиугольными ячейками. В более широком смысле весовые коэффициенты могут являться любым объектом, важно, чтобы была определена функция расстояния между этими объектами.

Для вычисления расстояния между предложениями был выбран алгоритм взвешенного расстояния Левенштейна (LD, Levenshtein distance) [7]. Самым близким к расстоянию Левенштейна по качеству вычисления расстояния является «расстояние максимальной апостериорной вероятности», в работе [7] приведены эксперименты по вычислению обобщённой медианы слов, и расстояние Левенштейна показало лучшие результаты. LD для строк A и B определяется как

$$LD(A, B) = \min \{a(i) + b(i) + c(i)\}.$$

Здесь строка B получается из строки A путём $a(i)$ замен, $b(i)$ вставки и $c(i)$ удалений символов.

Но этого не достаточно, чтобы построить хорошую систему для вычисления семантического расстояния. Семантическое расстояние — это взвешенное расстояние Левенштейна, где веса операций замены, вставки, удаления и транспозиции символов подобраны таким образом, чтобы учитывать их смысловую значимость в предложении.

Для улучшения свойств алгоритма введём понятие веса операции.

Очевидно, что человеку свойственно ошибаться, особенно, если это касается написания текста на русском языке, поэтому необходимо оценивать значимость операции «превращения» строки A в строку B. Запишем взвешенное расстояние Левенштейна (WLD):

$$WLD(A, B) = \min \{pa(i) + qb(i) + rc(i)\},$$

где скалярные коэффициенты p , q и r вычисляются в ходе обучения системы.

Дамерау [7] утверждал, что 80% ошибок при наборе текста человеком являются транспозициями. Если к списку разрешённых операций добавить транспозицию, то такое расстояние называется расстоянием Дамерау – Левенштейна. Данное расстояние обладает следующим недостатком: если вычислить расстояние между совершенно разными короткими словами, то оно оказывается небольшим, в то время как расстояния между очень похожими длинными словами оказываются значительными. Для решения этой проблемы вводим норму расстояния WLD. Для этого необходимо разделить результат WLD на максимальную длину строк, при этом заранее наложив ограничение на весовые коэффициенты, но они не должны превосходить единицы. Таким образом, для невзвешенного нормированного расстояния справедливым становится утверждение, что если $LD(A, B) = 0,5$, то строка A наполовину похожа на строку B,

и наоборот. Если после получения нормированного расстояния значение выходит за границы интервала $[0, 1]$ или меньше нуля, тогда полагаем его равным нулю, а в случае больше единицы полагаем его равным единицы.

Существует ещё один существенный недостаток: при перестановке местами слов или частей слов получаются сравнительно большие расстояния. Для морфем слова эта проблема не существенна, но если переставить местами большие части текста, например обороты в предложении, абзацы или главы книги, то вывод расстояния будет ошибочным. При этом смысл написанного текста может даже не меняться, а расстояние изменяется весьма значительно. Если меняются местами части слова, то это критично для расчета расстояния. Расстояние должно резко увеличиваться, но для набора слов это правило должно работать наоборот.

Для решения этой задачи вводим понятие абстрактного уровня предложения. Абстрактным уровнем называется некий набор блоков символов, полученный после разбиения исходного текста по определённому закону. Счёт уровней начинается от уровня элементарных объектов и выше (рис. 7).

Для дальнейшей работы требуется определить закон разбиения. На первой стадии вводим в алфавит специальные символы-разделители на каждый абстрактный уровень или всего один символ для всех уровней. В случае если не используются символы разбиения, строки разбиваются по зависимостям между символами, которые, в свою очередь, могут быть совершенно любыми объектами, если между ними определено отношение равенства. Также разбивать входные данные можно по несколько фиксированных блоков на уровне до тех пор, пока не будет достигнут определённый предел или деление будет невозможным. В случае если на каждый абстрактный уровень вводится свой символ-разделитель, то не требуется дополнительных операций. Если используется всего один символ-разделитель, то текст можно разбивать на несколько

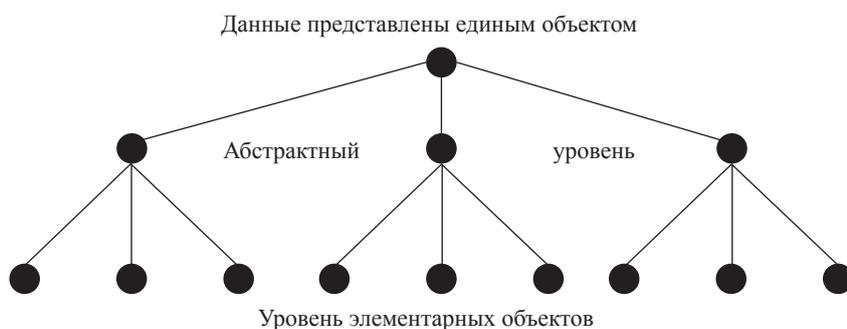


Рис. 7. Абстрактные уровни

фиксированных блоков в месте положения символов-разделителей. Если на уровне не остаётся символов-разделителей, то разбиение продолжается.

В таком представлении (рис. 7) абстрактные уровни не содержат данных, они только указывают уровни, расположенные ниже.

При вычислении расстояния получаем расстояние второго абстрактного уровня, начиная от корня, поэтому корень можно опустить при построении дерева и вычислении расстояния. Если расстояние окажется меньше заданного числа, то можно считать, что объекты равны. Под корнем подразумевается представлением данных как единого объекта.

Вычислять расстояние можно только между одинаковыми абстрактными уровнями. Если исходные предложения не получается разделить на одинаковое количество абстрактных уровней, то необходимо разделить входные данные на максимально возможное количество уровней.

Например, строка *A* делится на 2 абстрактных уровня, а строка *B* – на 5. Очевидно, что строку *B* требуется делить только до второго уровня, так как операция сравнения разных абстрактных уровней не определена. Таким образом, количество элементов в строке *B* на втором уровне или ниже будет больше, чем у строки *A*.

После деления на абстрактные уровни можно определить для каждого уровня цену перестановки блока. На нижних уровнях эта цена высока, но чем выше абстрактный уровень, тем эта цена становится меньше.

Далее рассмотрим проблемы, связанные с вычислением семантического расстояния.

На вход система получает набор текстов. Каждый текст помечен, к какому классу он относится, например оценка за ответ. Далее происходит попарно сравнение текстов из этого набора. Если возникает некоторое несоответствие между классами и расстоянием, то необходимо вносить корректировки в функцию оценки. Этим функцией 4, для каждой операции по одной.

В [7] автор рекомендует использовать элементы теории информации для вычисления веса слова. Если слово встречается в тексте очень часто, то оно является «важным», и наоборот. Этот подход обладает основным недостатком – предлоги и союзы в тексте встречаются гораздо чаще, чем «важные» слова, например в произведении «Война и мир» самым часто встречающимся словом является предлог «и», который встречается ~22000 раз, следом за ним предлог «в» – ~11000 раз. Хотя смысла в тексте, возможно, они не несут. Этот недостаток решается путём анализа разницы текстов. Исходя из оценки и расстояния между ними, необходимо сформировать некие правила.

Оценка прямого преобразования хранится в виде:

$x(A)y \Rightarrow x(B)y$, class = any, cost = *S*, так как хранение в обычном виде может повлечь за собой коллизии в оценке расстояния. Эта запись говорит, что преобразование сегмента *A* в *B* в контексте *x* и *y* относится к классу any и имеет цену *S*.

Разделение на классы требуется для того, чтобы разделять специализированное обучение системы, а именно, обучать систему оценивать ответ на конкретный вопрос от общих знаний системы.

Рассмотрим влияние одних блоков абстрактных уровней на другие. Например, отрицание какого-либо слова или факта с помощью частицы «не». В таком случае будет применено правило коррекции цены существования частицы или ее отсутствия. Но бывают ситуации, когда можно это легко вычислить при наличии незначительного шума. Допустим, имеется 2 почти одинаковых предложения, но в одном отрицается важный факт, а в другом – нет. Посчитав разницу между предложениями, применим различные правила. Правило «отрицание последующего слова» гласит, что частица (блок) не имеет веса и отрицает последующее слово, т.е. вес следующего слова становится отрицательным.

Если после повторного пересчёта расстояния это правило пододвинет ближе всего к истинной оценке, то будем считать его правильным и занесём в базу. Если этой корректировки недостаточно, то поднимаемся на один абстрактный уровень выше и пытаемся найти, что ещё можно подкорректировать. Если в тексте встречается несколько одинаковых элементов, например, несколько предлогов «и», то при поиске подходящего правила для его обработки правила применяются ко всем предлогам.

Заключение

Проблема анализа текстовой информации изначально была связана с выявлением в его тематическо-содержательной природе собственно структуры, содержания, правил построения и языковых особенностей. Затем возникла потребность аннотирования и реферирования текстов, создания на их основе новых знаний, справок, отчётов и др. Важными свойствами тестовой информации являются дискретность и «предрасположенность» к формированию внутри себя микротем и микросмыслов, представляющих комбинации лексических, грамматических, синтаксических единиц (текстовых фрагментов). Анализ разных видов информации широко используется в самых различных областях, например, образовательной, социальной, политической и

военной сферах деятельности различных государств и общественных образований.

В данной работе были рассмотрены новые методы и универсальный алгоритм для дисциплин, требующих развернутого ответа.

Уникальность алгоритма и методов заключается в том, что их можно использовать не только в сфере образования, но и в других областях, требующих анализа текста, например системах поиска или проверки на плагиат. На основе предложен-

ных методов и алгоритма разработана система тестирования «Нейро-Тест», которая проходит апробацию на факультете инновационных технологий в Национальном исследовательском Томском государственном университете.

Литература

1. Мицель А.А., Погуда А.А. Модели и алгоритмы для компьютерного контроля знаний // Открытое образование. – 2010. – Вып. № 6. – С. 44–49.
2. Мицель А.А., Погуда А.А. Универсальный алгоритм проверки естественно-языковых тестов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2010. – № 2 (22), Ч. 2. – С. 290–294.
3. Мицель А.А., Погуда А.А. Нейросетевой подход к задаче тестирования // Прикладная информатика. – 2011. – Вып. № 5 (35). – С. 60–67.
4. Ким В.С. Тестирование учебных достижений. – Уссурийск: УГПИ, 2007. – 214 с.
5. Борисов А., Крумберг И., Федоров И. Принятие решений на основе нечетких моделей. – Рига: Зинатне, 1990. – 352 с.
6. Вербицкий А.А., Гридин В.Н, Солодовников В.И, Солодовников И.В. Использование нейронных сетей в задаче тестирования // Информационные технологии. – 2007. – № 9. – С. 21–26.
7. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты / пер. 3-го англ. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 655 с.
8. Мицель А.А., Погуда А.А. Технология обработки информации в задачах тестирования на основе нейронной сети // Современное образовательное пространство: пути модернизации: труды Междунар. заоч. научно-практ. конф. – Чебоксары, 2011. – С. 122–127.

Анализ подходов к определению понятия «образовательное медиапространство»

Проанализированы направления исследований в области образовательного медиапространства. Сущность понятия рассматривается в рамках следующих подходов: системный, ментально-эмоциональный, личностно-развивающий, компетентностный, содержательный, социально-географический, дистанционный и локально-постерный.

Ключевые слова: анализ подходов, образовательное медиапространство, сущность образовательного медиапространства.

ANALYSIS OF APPROACHES TO «EDUCATIONAL MEDIA SPACE» DEFINITION

The article covers directions of researches in the field of educational media space. The essence of the concept is considered within the following approaches: system, the mental and emotional, personal and developing, the competence-based, social-geographic, distance, and local.

Keywords: analysis of approaches; educational media space; essence of educational media space.

Педагогика не может развиваться без постоянного обогащения своего понятийного аппарата, иначе она будет вращаться в мире устоявшихся классических понятий, что противоречит природе педагогической деятельности, где необходимы творчество и отказ от стереотипных взглядов. Обновление понятийного аппарата происходит в связи с проникновением понятий одной области науки в другую, что способствует поиску новых концепций, придает определенную аргументацию выдвигаемым положениям, идеям (Л.Я. Шамес). Интеграция является главной тенденцией процесса развития человечества в XXI веке, который многие называют веком информационных и коммуникационных технологий. В связи с этим в современных условиях модернизация образования требует детального изучения образовательного пространства как особой педагогической категории.

Как показывает анализ педагогической и методической литературы последних лет (Е.А. Бондаренко, В.В. Гура, И.Г. Захарова, С.В. Зенкина, В.В. Красильников, В.С. Тоискин и др.), образовательное пространство все чаще и чаще рассматривают, изучают и описы-

вают в контексте с медиа, или, говоря современным языком, исследуют его сущность сквозь призму масс-медиа. Таким образом, можно говорить о рождении нового понятия – образовательное медиапространство. Очевидно, что данный термин образован слиянием слов «медиа» и «образовательное пространство». Анализ подходов к трактовке последнего как педагогического понятия представлен многими исследователями (М.Я. Виленский, В.А. Касаторнова, Ю.С. Мануйлов, Е.В. Мещерякова, А.М. Романов, И.Д. Фрумин, И.Г. Шендрик, Б.Д. Эльконин, В.А. Ясвин и др.).

Ввиду того, что в современной науке образовательное медиапространство является категорией из числа неразработанных и неоперационализованных, то позволим в данном случае рассмотреть близкие ей понятия, а именно информационные, электронные, медийные, коммуникативные, информационно-коммуникационные среды/пространства (А.В. Федоров). Однако считаем при этом, что термин «образовательное медиапространство» наиболее точно и полно определяет суть имеющихся в социальном пространстве вышеназванных категорий, кото-

рые являются сложными системными образованиями, породившими множественность трактовок в зависимости от контекстов их рассмотрения и точек зрения исследователей. Так, например, рассматриваемое понятие проработано авторами в следующих аспектах:

- как фактор формирования и развития единого мирового образовательного медиапространства (Н.Б. Кириллова, Е.Н. Ястребцева и др.);
- как фактор повышения качества образования (А.Х. Ардеев, С.В. Зенкина, Т.С. Хвостова и др.);
- как фактор формирования информационной профессиональной культуры будущего специалиста (С.А. Бородачев, В.П. Короповская, В.А. Новикова, Э.Г. Скибицкий и др.);
- концептуальные основы информатизации образовательного пространства (В.А. Новикова, Л.А. Пронина, В.А. Усов и др.) и, как следствие, коадаптация медиа- и образовательного пространств (И.В. Григорьева, Л.А. Иванова);
- педагогическое проектирование личностно ориентированных электронных образовательных



Оксана Викторовна Белицкая,
аспирантка кафедры методологии
образования СГУ;
преподаватель информатики
Энгельского колледжа
профессиональных технологий;
Тел.: 8 (8453) 55-26-80
Эл. почта: scoro79@mail.ru
Саратовский государственный
университет им. Н.Г. Чернышевского,
www.sgu.ru

Oksana V. Belitskaya
Postgraduate student of Education
Methodology Department, SSU;
Informatics Lecturer at Engelsk college
of professional technologies
Tel.: 8 (8453) 55-26-80
E-mail: scoro79@mail.ru
Saratov State University named after
N.G. Chernyshevskiy,
www.sgu.ru

ресурсов и сред (В.В. Гура, Ю.Г. Коротенков, В.С. Тоискин и др.);

- метакогнитивный инструментальный формирования индивидуального творческого медиапространства (Н.И. Быковская, И.Н. Демченко, Д.А. Равков, А.В. Хуторской) и других аспектах.

Но при этом анализ подходов к определению сущности образовательного медиапространства не достаточно глубоко представлен в педагогических научных трудах. Поскольку базисным по отношению к данному понятию является «образовательное пространство», то, учитывая накопленный опыт в изучении его сущности, считаем правомерной попытку взять за основу те подходы, которые предложены авторами в рамках анализа этого термина, обозначив в них актуальные для нашего медиапространства позиции.

Рассматривая образовательное пространство как педагогическую категорию, М.Я. Виленский и Е.В. Мещерякова одними из первых проводят анализ его употребления в научной литературе, выделяя следующие подходы отечественных и зарубежных авторов в понимании «образовательного пространства»: системно-целостный, ментально-эмоциональный, личностно-развивающий, социально-географический, дистанционный и локально-постерный, представляющие несомненную теоретическую ценность для построения методологической основы исследований, аналогичных нашему [1].

Системный подход (J.L. Parker, R.A. Everman В.В. Гура, Г.Н. Сериков, А.В. Федоров, И.Г. Шендрик и др.), кроме того, что ориентирован на применение теории систем, где пространство рассматривается как сложная, открытая, саморазвивающаяся система, позволяет также выделить само понятие «образовательное медиапространство», его методологию, структуру, формируемость, характерные признаки.

Данный подход позволяет разным авторам конкретизировать следующие направления изучения

сущности образовательного медиапространства:

- как часть социального пространства (П. Бурдые, В. Бузин, А.Н. Леонтьев, Т.В. Пискунов, Ф. Шарков и др.); как особый социальный феномен и особая социальная структура, образованная системой взаимоотношений производителей и потребителей массовой информации и обусловленная как набором средств массовой коммуникации, так и силой их влияния на общественное сознание (Е.Н. Юдина) [2];
- как открытую систему, аккумулирующую согласно целевым установкам общества образовательные, интеллектуальные, культурные, программно-методические, организационные и технические ресурсы (И.Г. Захарова, В.А. Новикова и др.);
- как пространство, технически доступное для всех субъектов образовательного процесса, сочетающее сеть медиа с сетью людей (Ю.Г. Коротенков); как «специально организованное открытое пространство, базирующееся на фундаменте информатизации и компьютеризации, расширяющее представления студентов о СМИ, об СМК, о медиакультуре в целом как средствах для дальнейшего самостоятельного освоения актуальных знаний в течение всей жизни, позволяющих осуществлять профессионально-культурный диалог с информационным обществом» (И.В. Григорьева, Л.А. Иванова) [3];
- как совокупность субъектов и объектов образовательного процесса, обеспечивающих эффективную реализацию современных технологий, ориентированных на повышение качества результатов образования и выступающих как условие построения личностно ориентированной педагогической системы (С.В. Зенкина, А.А. Кузнецов, М.А. Сурхаев и др.);
- как реальность, «организованную и управляемую единой выработанной концепцией, подходами и механизмами реализации общей стратегии формиро-

вания, развития и достижения целей повышения культурного, медиаобразовательного и профессионального уровней субъектов, объединенных на единой информационно-технологической основе для поддержания обучения и воспитания субъектов выделенного пространства» (А.В. Федоров); как социально-психологическую реальность, обеспечивающую совокупность необходимых педагогических условий, современных технологий обучения и программно-методических средств обучения, построенных на основе современных информационных технологий, предоставляющих необходимое обеспечение познавательной деятельности и доступ к информационным ресурсам (В.А. Красильникова).

Ментально-эмоциональный подход (Т.В. Андрианова, Е.А. Бондаренко, И.В. Жилавская, В.М. Зеленкевич, Е.В. Калач, Н.А. Коновалова, Л.А. Пронина, И.А. Путяткина, А.В. Серегин, И.М. Хижняк и др.) на первое место выдвигает значимость развития ментальных и эмоциональных возможностей и способностей субъектов в образовательном медиапространстве, а также сопутствующие ему медиатеchnологии профессионального образования, направленные на понимание и постижение смысла в осваиваемом содержании образования.

С учётом данного подхода проводятся следующие исследования: формирование профессиональной ментальности с помощью медиаобразования (Е.В. Калач); этнокультурные аспекты медиапространства (Е.А. Бондаревская); социокультурная специфика медийного пространства региона (Ю.Г. Волков, Л.М. Землянова, В.П. Макаров, И.А. Путяткина и др.); информатизация культурно-образовательного пространства (Т.В. Андрианова, Л.А. Пронина и др.); воспитательная медиасреда как условие формирования ценностных ориентаций студентов (А.Р. Габидуллина); образовательные возможности новых медиа (В.В. Мантуленко); проблемы внедрения медийных технологий в образовательный процесс (Л.П. Донская, Т.В. Ляшенко и др.) и др.

Личностно-развивающий подход (В.В. Гура, А.А. Ивлев, Е.Д. Нелунова, Д.Т. Рудакова, В.М. Смирнов и др.) сводит воедино компоненты образовательного медиапространства и их соответствие личности обучаемого и влияние на его полноценное развитие. Подход предполагает акцентирование внимания на включении человека в пространство, его развития и саморазвития и требует способности пространства обеспечивать всем субъектам образовательного процесса систему возможностей, связанных с удовлетворением их потребностей и трансформацией этих потребностей в жизненные ценности, что и актуализирует процесс их личностного развития.

В качестве примера можем привести определение образовательного медиапространства, данное О.А. Ильченко: системно-организованная совокупность информационного, технического, учебно-методического обеспечения, неразрывно связанная с человеком как субъектом образовательного процесса.

Становлению данного подхода способствует научный поиск ученых, направленный на исследование образовательного медиапространства как средства повышения эффективности самостоятельной деятельности студентов (О.В. Усикова), педагогических основ саморазвития студентов в мультимедийной образовательной среде (Е.Д. Нелунова), влияния современного медиапространства на процесс становления субъективной картины жизненного пути личности молодого человека (В.М. Смирнов), развития личности студентов с помощью образовательных медиапроектов (М.М. Овчинникова), самореализации личности студента в пространстве рефлексивной медиакультуры (И.В. Сотникова) и др.

В последние годы в рамках рассматриваемого подхода приобретает особое значение компетентностный подход, который проявляется как обновление содержания образования в ответ на изменяющуюся социально-экономическую реальность (И.Д. Фрумин). Для такого обновления необходимо отобрать универсальные, переносимые компетенции,

которые имеют надпредметный характер. Эта проблема становления ключевых компетенций является одной из центральных в реализации компетентностного подхода.

В настоящее время существуют исследования, посвященные определению состава ключевых компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности специалистами.

Анализ научных работ (Л.А. Иванова, Н.Б. Кириллова, Е.В. Мурюкина, А.В. Новикова, Н.П. Рыжих, А.В. Федоров, А.В. Хуторской, И.В. Чельшева, А.В. Шариков и др.) свидетельствует о том, что в каждом «наборе» ключевых компетенций обязательно присутствует компетенция, связанная с информационными и коммуникационными процессами. В рамках этой компетенции не редко отмечаются такие элементы, как массмедийные, мультимедийные технологии или компьютерная грамотность, критическое суждение в отношении информации, распространяемой массмедийными средствами и рекламой, и т.д.

В общем смысле наряду с тем, что сегодня компьютерную компетентность рассматривают самостоятельно, вне зависимости от информационно-коммуникативной компетентности, разделяем точку зрения А.А. Веряева и О.П. Куткиной в том, что аналогично можно рассматривать и медиакомпетентность. В свою очередь, компьютерная компетентность и медиакомпетентность могут выступать уровнями или этапами развития информационно-коммуникативной компетентности (компьютерная компетентность – медиакомпетентность – ИКТ-компетентность).

Очевидно, что компетентностный подход предполагает освоение учащимися умений, позволяющих действовать в новых, неопределённых, проблемных ситуациях, что делает акцент на деятельностном содержании образования, которое в учебных программах отражается в акценте на способах деятельности, а также на тех умениях и навыках, которые необходимо сформировать на опыте деятельности.

С позиции содержательного подхода определяет сущность ис-

следуемого пространства В.В. Гура: «культурно-образовательная среда, в которой главным носителем информации для индивида является электронный образовательный ресурс (ЭОР), различной модальности (текст, изображение, звук, видео)» [4]. В ходе дальнейшего исследования информационных технологий обучения В.В. Гура рассмотрены понятие, концепция и структура образовательного медиапространства, разработаны модель и технология проектирования личностно ориентированных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) и сред, предложены принципы и методология их создания.

Социально-географический подход (С.К. Бондырева, А.А. Кашаев, В.Г. Кинелев, В.А. Мясников, Е.Б. Сошнева и др.) предполагает создание единого образовательного медиапространства. Данный подход становится все более значимым в связи со стремительным развитием ИКТ-технологий (в особенности интернета), внедрением социальных сервисов и сетей в образование (электронная почта, сетевые творческие объединения и т.п.), а также в свете разработки реформ, поиска путей присоединения России к мировому информационно-образовательному пространству с одновременным сохранением национальных ценностей, приоритетов и преимуществ.

В контексте данного подхода ведутся исследования, нацеленные на изучение формирования мирового образовательного медиапространства (Г.Б. Паршукова, Е.Н. Ястребцева и др.); развития медиапространства современной России (Е.Н. Юдина); глобальной инфосферы (Н.Б. Кириллова, А.А. Юрьева); России в многополярном мире: социально-информационный аспект (Н.А. Сляднева) и др.

Базовым звеном в едином образовательном пространстве, по

утверждению Т.А. Полиловой, является порожденная развивающимися интернет-технологиями система внешних отношений образовательного учреждения, которая в значительной степени формируется посредством организации дистанционной формы обучения. В свою очередь, А.А. Кашаев, подтверждая вышесказанное, отмечает, что дистанционное образование на базе средств информационных и коммуникационных технологий может быть катализатором развития и формирования единого мирового образовательного пространства.

Дистанционный подход (А.В. Ватес, Т.Евans, А.А. Андреев, Е.Е. Гильман, В.П. Зинченко, П.И. Пидкасистый, В.Н. Фокина и др.) ставит вопрос о неограниченных возможностях образовательного медиапространства на основе использования глобальной информационной сети. Данный подход включает совершенствование методик, использование новых средств, независимость обучаемых, текстовую и мультимедийную коммуникацию в образовательном медиапространстве (Г.Ф. Гребенщиков, И.П. Дудина, В.И. Мигаль, Н.М. Стадник и др.). Примечательно, что в рамках дистанционного подхода имеются исследовательские работы, посвященные образовательному медиапространству среднего специального учебного заведения. Рассматривая медиапространство колледжа как средство обучения, Е.Е. Гильман изучала дидактические условия развития дистанционного обучения в нем.

Локально-постерный подход (А.Г. Селевко, Э.Г. Скибицкий и др.) иллюстрирует понятие «малого» медиапространства отдельно взятого образовательного учреждения в реальной действительности, описание образовательного медиа-

пространства определенного типа поселения и т.п.

Традиционно значительное внимание уделяется изучению образовательного медиапространства вуза (С.Л. Атанасян, С.А. Бородачев, И.Г. Захарова, Л.А. Иванова, Н.И. Кочелева, Э.Г. Скибицкий, Н.Ю. Хлызова и др.), школы (М.М. Александрова, Д.Т. Рудакова, А.В. Сафонов, Н.В. Ширишина и др.).

Реже встречаются такие исследования, как формирование медиапространства в учреждении среднего профессионального образования (Е.И. Кузьмина); социально-педагогические условия оптимизации влияния медиа на социализацию сельских школьников (А.Г. Селевко); разработка универсальной модели информационно-коммуникационного медиапространства образовательного учреждения (А.А. Глазков, И.В. Жилавская) и другие.

Подводя итоги проведенному анализу теоретико-методологических основ исследуемого понятия, выявленных и изложенных выше направлений и тенденций его трактовки, обобщая результаты отмеченных исследований и разработок ученых и педагогов, можем заключить, что образовательное медиапространство учебного заведения, в том числе ссуза, может быть представлено как педагогически целесообразно организованная в соответствии с целями профессиональной подготовки студентов многоаспектная целостная реальность, в которой его субъекты посредством медиатехнологий самостоятельно осуществляют сетевое взаимодействие, реализуют стандарты среднего профессионального образования третьего поколения для достижения двуединого результата: объективного (развитие самого пространства) и субъективного (повышение уровня медиакомпетентности студентов).

Список литературы

1. Виленский М.Я., Мещерякова Е.В. Образовательное пространство как педагогическая категория // Педагогические образование и наука. – М., 2002.
2. Юдина Е.Н. Развитие медиапространства современной России: автореф. дис. ... д-ра соц. наук. – М., 2008.
3. Хуторской А.В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты: доклад на отделении философии образования и теоретической педагогики РАО. – Центр «Эйдос». – С. 13.
4. Гура В.В. Теоретические основы педагогического проектирования личностно-ориентированных электронных образовательных ресурсов и сред: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Ростов н/Д, 2007.
5. Федоров А.В. Терминология медиаобразования // Искусство и образование. – 2000. – № 2.

Регулярная актуализация учебно-методического контента с использованием метаданных на основе моделирования предметной области

В работе рассматриваются методы регулярного обновления образовательного контента на основе модели предметной области вуза в виде онтологии. Предложены методы управления перспективными информационными запасами вуза, возникающими в результате индивидуальной и коллективной работы преподавателей и студентов с внешними источниками знаний с использованием современных информационных технологий совместной работы.

Ключевые слова: управление контентом, модель предметной области, учебно-методический контент, электронные образовательные информационные ресурсы.

PERMANENT UPDATING OF EDUCATIONAL CONTENT USING KNOWLEDGE DOMAIN-BASED METADATA

This paper describes methods of permanent updating of educational content using knowledge domain model in a form of ontology. Methods of managing the prospective information resources of university, that appear in the result of personal and collaborative work of students and tutors with external knowledge sources applying contemporary information technologies are suggested.

Keywords: content management, knowledge domain modeling, educational content, educational information resources.

Введение

Развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и внедрение инструментальных средств Web 2.0 привело к широкому использованию средств совместной (коллаборативной) работы в процессе создания учебно-методических материалов. Во многих случаях они являются результатом коллективного творчества не только многих преподавателей, но и других участников образовательного процесса (учеников, студентов, слушателей), которые совершенствуют учебно-методический контент (*контент* – информационно значимое наполнение информационного ресурса, которое может быть предоставлено пользователю [1]) в процессе обучения: указывают на возникающие несоответствия другим информационным ресурсам, предлагают альтернативные источники знаний.

Постоянный обмен данными, информацией, знаниями в процессе общения между всеми участниками образовательного процесса привел к росту объемов контента, который потенциально может быть использован в учебном процессе и представляет собой перспективные информационные запасы.

Методы организации работы с контентом в сетевых сообществах позволяют обеспечить персонализацию интеллектуальной собственности на любой стадии работы с учебно-методическим контентом. Однако идеология Web 2.0 предполагает свободный обмен данными, информацией, знаниями. В качестве теоретического базиса управления учебно-методическим контентом используется концепция отчуждения знаний [2], которая является специфической для условий экономики, основанной на знаниях. Отчуждение знаний – это способ

осуществления собственником правомочия распоряжения компонентами своих документированных и не документированных информационных ресурсов как своим имуществом. Для реализации функций управления интеллектуальной собственностью существенными являются: индивидуальное отчуждение знаний (между слушателями и преподавателями); групповое отчуждение знаний (между или внутри групп); экспертное отчуждение знаний (с привлечением внешних экспертов); корпоративное отчуждение знаний (при действии корпоративных регламентов); государственное отчуждение знаний (при действии государственных регламентов).

В этой связи стратегическими задачами при создании учебно-методических комплексов становятся:

- обеспечение высокого уровня актуальности, достоверности и



Николай Николаевич Горбачёв,
к.э.н., заместитель директора
Тел.: 8 (375-17) 328-12-86
Эл. почта: ngorbachev@mesi.ru
Минский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ)»
г. Минск, Республика Беларусь
<http://minsk.mesi.ru>

Nikolai N. Gorbachev,
Candidate of Economy, Deputy Director
Tel.: 8 (375-17) 328-12-86
E-mail: ngorbachev@mesi.ru
Minsk branch of the Federal State Budget Institution of Higher Professional Education
«Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics (MESI)»
Minsk, Belarus
<http://minsk.mesi.ru>

оперативности доступа к образовательным информационным ресурсам с возможностью выбора альтернативных источников знаний;

- оценка его полноты и ценности для развития актуальных компетенций, а также систематизация новых знаний, генерируемых участниками сетевых учебных сообществ, которые могут трактоваться как перспективные информационные запасы.

В статье рассматриваются методы использования управления актуализацией учебно-методического контента, возникающего в результате совместной работы студентов и преподавателей с внешними источниками знаний на основе моделирования предметной области.

1. Повышение мобильности, коллаборативная работа – основные направления развития современных образовательных технологий

В прогнозе развития рынка электронных образовательных услуг до 2014 г., подготовленном аналитическим агентством Ambientinsight [3], выделяется 4 поколения учебно-методического контента:

- 2002–2004 гг.: контент для самостоятельной подготовки, используемый в электронном обучении (в 2010 г. наблюдался

рост в академическом сегменте при устойчивом снижении в других сегментах);

- 2005–2007 гг.: контент для самостоятельной подготовки с использованием технологий совместной (коллаборативной) работы, виртуального тьюторства, виртуальных аудиторий и лабораторий;
- 2008–2011 гг.: контент для мобильного обучения, доставляемый с использованием высокоскоростных сетей 3G на мобильные устройства пользователей, работающий на основе интерактивных мобильных программных приложений, основанный на решении реальных учебных проблемных ситуаций;
- 2012–2014 гг.: контент для мобильного обучения с использованием технологий и инструментальных средств совместной работы, доставляемый посредством сетей 4G на многофункциональные мобильные устройства пользователей; имплементация возможностей среды облачных вычислений и кроссплатформенных решений; разработка учебно-методического контента происходит с участием конечных пользователей (студентов, слушателей); обучение производится на ос-

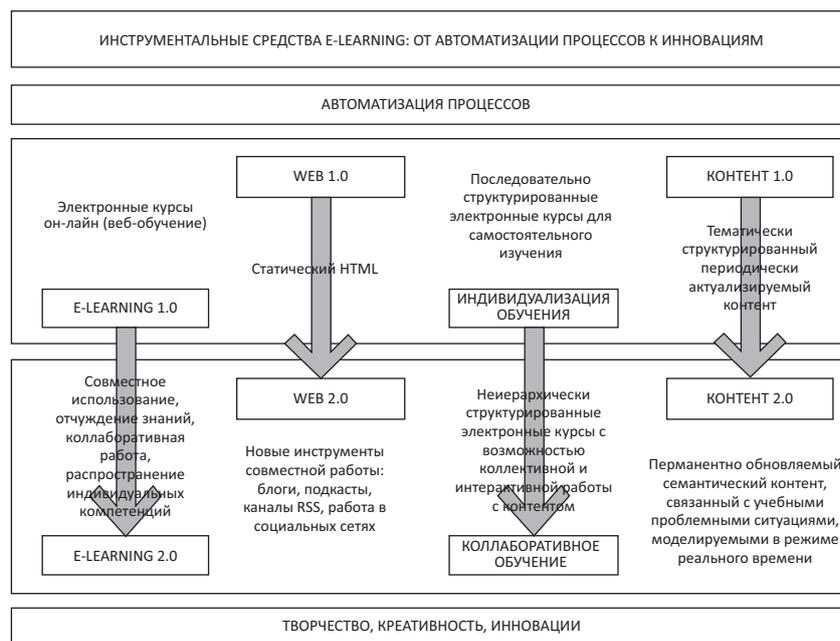


Рис. 1. Развитие инструментальных средств коллаборативной работы для электронного обучения

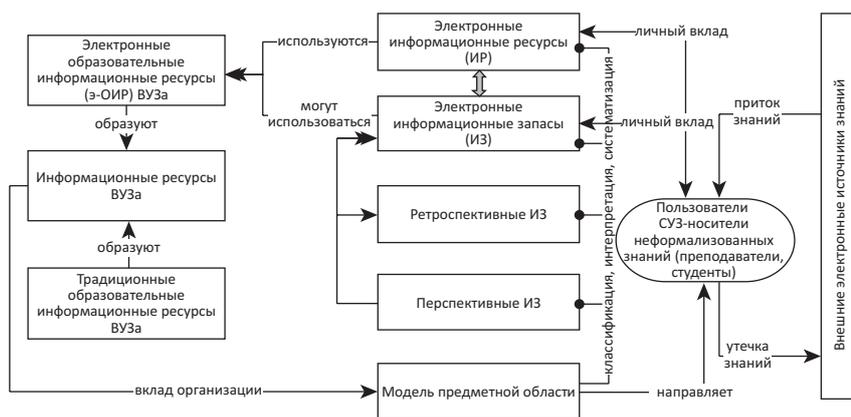


Рис. 2. Схема взаимодействия элементов информационной среды вуза

нове высокоинтерактивных обучающих мобильных приложений, моделирующих в режиме реального времени учебные проблемные ситуации.

На этом фоне важным является развитие средств совместной работы, характеризующее концептуальное движение от автоматизации процессов обучения к внедрению инновационных методов передачи знаний (рис. 1). На рынке электронных образовательных услуг выделяется отдельный сегмент – электронное обучение с использованием технологий совместной работы и социальных сетей с прогнозом роста на период до 2013 года до 28% от всего объема рынка электронных образовательных услуг [4].

2. Место онтологии предметной области в структуре информационных ресурсов

При эффективном использовании таких технологий становится возможной формализация части знаний, которые ранее считались неотчуждаемыми, неотделимыми от индивида, и вовлечение их в образовательный процесс. Первоначальный учебно-методический контент совершенствуется участниками сетевых сообществ и становится результатом групповой работы. Одним из перспективных решений, позволяющих управлять знаниями, является классифицирование их с использованием модели предметной области вуза, анализ и последующее применение их для обновления и развития имеющихся электронных образовательных ин-

формационных ресурсов (э-ОИР) (рис. 2).

Онтология предметной области является основой инструментария управления учебно-методическим контентом, его актуализацией и развитием с использованием семантического веб-портала, позволяющего [2]:

- осуществлять эффективную актуализацию нескольких э-ОИР с использованием нового (дополнительного) информационного ресурса (ИР), обеспечивая экономию трудозатрат и сокращение времени актуализации;
- развивать официальные и альтернативные э-ОИР в рамках предметной области вуза, увеличивая стоимость НМА;
- учитывать требования на актуализацию существующих

э-ОИР с точки зрения соответствия официальным тезаурусам по дисциплинам, обеспечивая улучшение качественных показателей э-ОИР.

Таким образом, модель предметной области вуза имеет структурное значение, являясь основой для управления э-ОИР на основе метаданных, обеспечивая междисциплинарную интеграцию на уровне дидактических единиц и тезаурусов (создание перекрестных ссылок, управление э-ОИР, имеющих отношение к нескольким дисциплинам), создавая основу для работы пользователей с внешними источниками при развитии и актуализации существующих э-ОИР, управления дополнительными ИР, их аттестацией как образовательных.

3. Инструментальный комплекс управления динамической публикацией обновлений контента

В качестве объектов управления в СУЗ выступают элементы электронных УМК, представленные в виде э-ОИР с возможностью многократного использования в электронных курсах, представляющие собой уровень информации СУЗ. Инструментальные средства оперирования э-ОИР на этом уровне представлены инструментами контента, семантические возможнос-

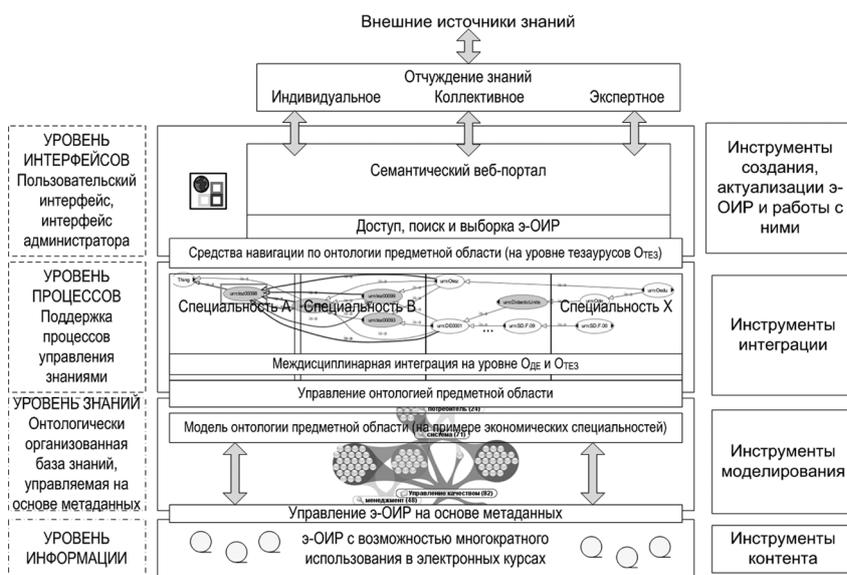


Рис. 3. Архитектура СУЗ, функционирующей с использованием онтологии предметной области

ти управления ими реализуются в переходном слое инструментария после разметки метаданных с использованием онтологии предметной области вуза. На уровне знаний управление э-ОИР осуществляется с использованием онтологически организованной базы данных, управляемой на основе метаданных. Инструментарий управления СУЗ представлен в виде инструментов моделирования предметной области, индексирования метаданных, поиска и рационального отбора э-ОИР для использования при актуализации и развитии элементов электронных УМК на основе э-ОИР многократного применения. На промежуточном уровне поддержки процессов управления знаниями в структуре СУЗ осуществляется управление моделью предметной области, ее актуализацией и развитием для наиболее эффективного управления э-ОИР с использованием онтологии. На уровне поддержки процессов управления знаниями используются инструменты интеграции знаний, позволяющие обеспечить междисциплинарную интеграцию при использовании э-ОИР (рис. 3).

4. Реализация предложенных методов управления контентом на основе моделирования предметной области

В качестве примера можно привести фрагмент модели предметной области по экономическим специальностям, разрабатываемой в рамках внутреннего НИР Минского филиала МЭСИ. Использование онтологии как метода формализованного представления предметной области позволяет создать единую технологическую платформу, обеспечивающую управление актуализацией и развитием элементов электронных УМК, проводить индексирование и поиск э-ОИР для создания электронных курсов и проверки их в части соответствия требованиям ГОС на уровне тезаурусов. Планомерное развитие информационной составляющей СУЗ вуза на основе онтологии предметной области обеспечивает развитие э-ОИР и увеличивает возможности

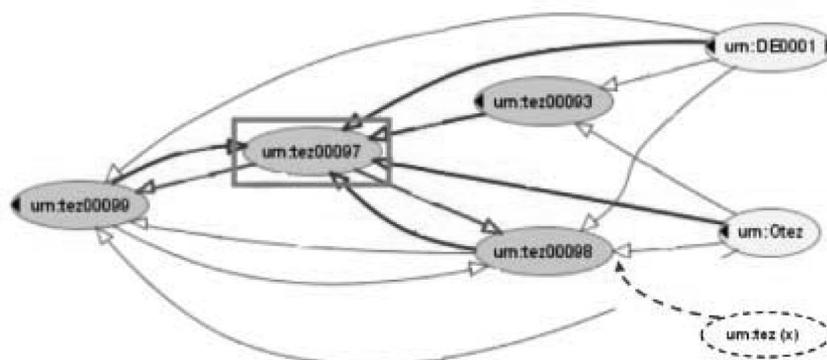


Рис. 4. Фрагмент графового представления модели онтологии на уровне тезаурусов (связи понятия *tez00097* «качественные показатели»)*

Пояснения к рис. 4.

Идентификатор термина	Наименование термина	Источник
urn:Otez	Модель тезауруса	
urn:DE0001	Квалиметрия как наука	Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС)
urn:tez00093	Измерения	Тезаурус по дисциплине «Управление качеством»
urn:tez00097	Качественные показатели	
urn:tez00098	Quality indicators	
urn:tez00099	Показатели	
urn:tez(x)	Новый элемент тезауруса	Активность пользователей СУЗ (преподавателей, студентов)

рационального выбора содержания учебных курсов по дисциплинам.

Графовая модель связей тезауруса, визуализированная с помощью инструментария Protégé OntoViz, дает представление о связи между элементами тезауруса. Проверка на непротиворечивость позволяет сделать вывод о правомерности использования логических связей между элементами O_{TEZ} (на схеме используются латинская транскрипция обозначений O_{TEZ}). Свойство расширяемости модели реализовано в возможности корректировки O_{TEZ} путем введения новых понятий и отношений.

Рассматриваемую онтологию предметной области вуза можно представить как:

$O_{EDU} = \{Def, Atr, Rel, Func\}$, где: $Def = \{O_{OP}, O_{UP}, O_{DE}, O_{TEZ}\}$, при этом $Def = \{def_1, \dots, def_i\}$ – конечное множество понятий онтологии, где: O_{OP} – онтология образовательных программ вуза; O_{UP} – онтология дисциплин учебных планов, включенных в ОП; O_{DE} – онтология, созданная на основе дидактических единиц, описывающих компетенции в соответствии с ФГОС; O_{TEZ} – онтология, созданная на основе тезаурусов для конкретизации дидактических единиц ГОС; $Atr = \{atr_1, \dots, atr_i\}$

– конечное множество атрибутов понятий Def , необходимых для построения онтологии; $Rel = \{rel_1, \dots, rel_i\}$ – множество отношений между понятиями, определяющие их взаимосвязь (например, в структурно-логических схемах – последовательность преподавания дисциплин (СЛС), между объектами репозитория учебно-методического контента (RLO); $Func = \{func_1, \dots, func_i\}$ – функции, позволяющие определить зависимости между понятиями).

O_{EDU} не включает все административные процессы обучающего и ограничивается только описанием процессов, связанных с подготовкой и описанием образовательных объектов. Для программ дополнительного обучения, консалтинга формируются расширения онтологии O_{EDU} для описания понятий, которые не включены в O_{DE} . Кроме этого, эксперты по дисциплинам (преподаватели) могут расширять онтологию ОГОС для введения новых понятий, ее детализации, актуализации с учетом достижений современной науки за счет O_{TEZ} , так как O_{DE} является более статичной. Онтологии различных вузов идентичны на уровне O_{DE} . В свою очередь, O_{TEZ} позволяет сде-

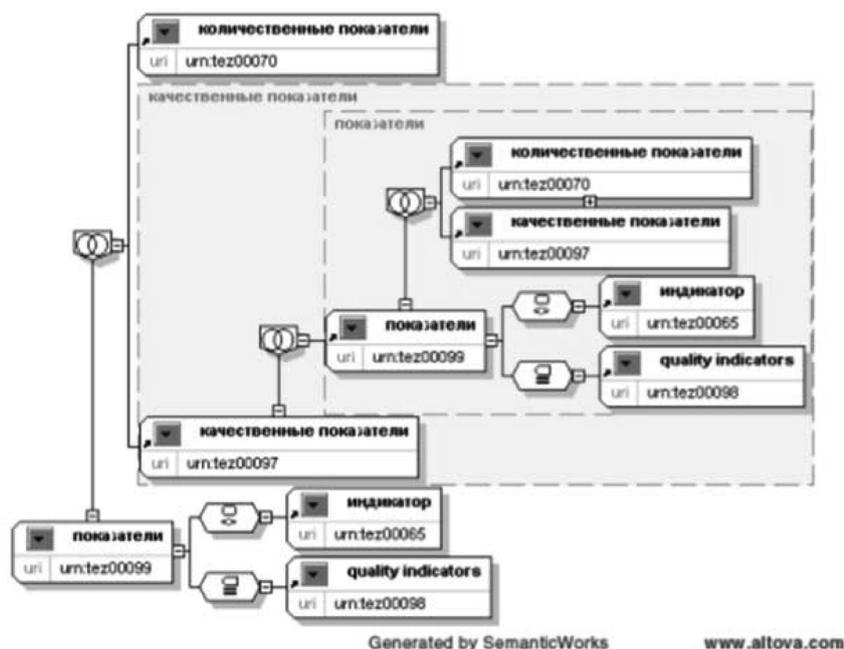


Рис. 5. Фрагмент функционального представления онтологии (фрагмент связей элемента тезауруса tez00099 «показатели»), используемого в качестве инструментария навигации по онтологии

дать структуру онтологии более динамичной, с учетом конкурирующих концепций преподавания различных дисциплин.

Модель, представленная на рис. 4, иллюстрирует, что понятие urn:tez00098 («качественные показатели») непосредственно связано с кратной дугой с понятием urn:tez00097 («виды показателей») и некротной дугой с urn:tez00099 («показатели»), опосредованно связано с понятием urn:tez00093 («измерения») и относится к дидактической единице urn:DE0001 («квалиметрия»). urn:DE0001 urn:DidacticUnits urn:DE0001 urn:SD.F.09 (где urn:DidacticUnits – множество дидактических единиц, urn:SD.F.09 – дисциплина «управление качеством»). Графовая модель не дает полного представления об отношениях между понятиями. Для более полного визуального представления связей между элементами тезаурусов воспользуемся средством Altova SemanticWorks (рис. 5).

Функциональное представление онтологии является более содержательным, что дало возможность визуально представить отношения между понятиями модели ОТЕЗ, в которой присутствуют сложные связи между элемен-

тами (по сравнению с ОУП, ОДЕ, ООП).

Пример результата поискового запроса с использованием индексированных метаданных по дисциплине «Управление качеством» приведен на рис. 6. Для организации семантического поиска в данном примере с использованием метаданных используется программный продукт Aduna Autofocus Server.

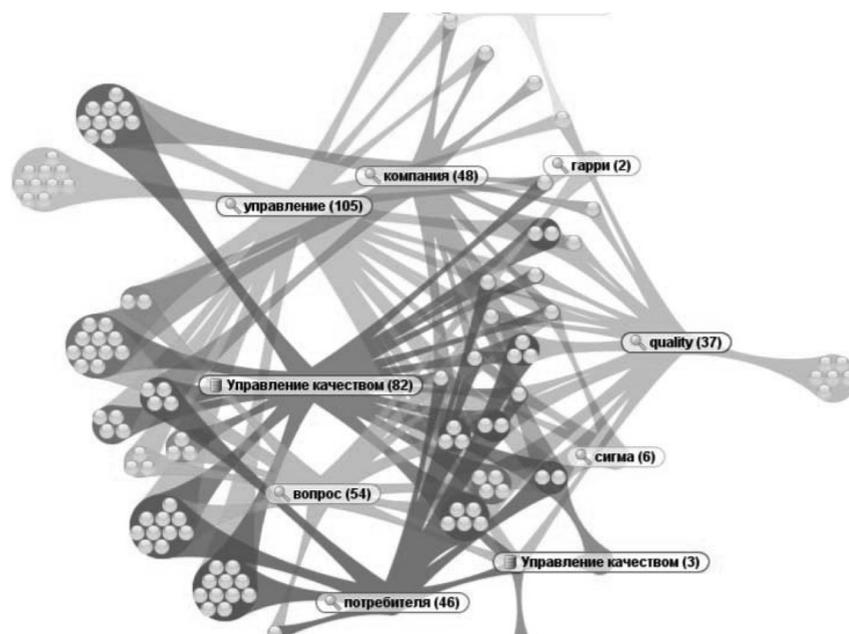


Рис. 6. Результат поискового запроса по дисциплине «Управление качеством» по объектам контента, размещенным в репозитории, с использованием метаданных

Заключение

Построение онтологии на основе математической модели позволило:

- создать описание предметной области экономических специальностей, установления связей между понятиями предметной области, описание атрибутов и отношений между ними;
- создать масштабируемую модель предметной области на основе требований ГОС для управления э-ОИР с учетом требований масштабируемости, интероперабельности, интернализации. Разработанная модель имеет возможность расширения до уровня реальной онтологии и конкретизации отдельных понятий. При необходимости взаимодействия с другими онтологиями в модели реализована возможность определения отношений с соответствующими классами и понятиями. Дополнительные свойства элементов онтологии описываются путем введения новых свойств классов: атрибутов, отношений и функций;
- организовать основу с использованием концепции отчуждения знаний для функционирования системы актуализации ОИР в рамках расширяемой системы тезаурусов по учебным дисциплинам.

линам. Устойчивость и качественные показатели системы обеспечиваются ограничениями на количество компетенций у одного эксперта и рациональным числом экспертов по каждому классу тезаурусов;

- создать на основе онтологии инструментальные средства управления э-ОИР, позволяющие осуществлять мониторинг несоответствий, систематизацию и классификацию ИР и ИЗ вуза,

публикацию актуализированных э-ОИР на семантическом веб-портале;

- разработать рекомендации по описанию метаданных для документов, используемых в системах дистанционного обучения и электронных библиотеках по специальностям экономической направленности.

Предложенная модель может быть применена для описания других предметных областей с учетом

адаптации под требования конкретных организаций.

Дальнейшие исследования в области разработки инструментальных средств управления актуализацией и развитием учебно-методическим контентом направлены на расширение области использования модели предметной области вуза: оценка полноты элементов электронных УМК (баз тестовых заданий, учебных проблемных ситуаций, текстов электронных учебников).

Список литературы

1. Стратегия развития информационного общества в Республике Беларусь на период до 2015 года. URL: <http://pravo.by/webnpa/text.asp?RN=C21001174> (дата обращения: 21.10.2012).
2. Гринберг А.С., Горбачев Н.Н. Проблемы отчуждения знаний в процессе формирования информационных ресурсов и запасов // Электронное содружество. Парк высоких технологий. Безопасные телематические приложения: докл. V Междунар. конгр. «Электронное содружество. Парк высоких технологий. Безопасные телематические приложения» (Минск, 10–11 ноября 2005 г.). – Мн.: ГУ «БелИСА», 2005.
3. The US Market for Learning Technology Products and Services: 2008–2013 Forecast and Analysis, Ambient Insight, LLC. URL: http://www.ambientinsight.com/Resources/Documents/AmbientInsight_US_2008–2013_LearningTechnologyMarket_ExecutiveOverview.pdf (дата обращения: 21.10.2012).
4. E-learning: A Global Strategic Business Report, 2008. URL: http://www.strategyr.com/eLEARNING_Market_Report.asp (дата обращения: 21.10.2012).
5. Горбачёв Н.Н., Гринберг А.С. Инструментальный комплекс управления динамической публикацией образовательных информационных ресурсов // Открытое образование. – 2009. – № 3. – С. 34–43.
6. Горбачев Н.Н., Мальченко Н.С., Мальченко С.Н. Методы регулярного обновления мультимедийного контента вуза на основе компетентностного подхода к обучению // Экономика. Налоги. Право. – 2011. – № 2. – С. 184–190.

Искусственный и естественный интеллект в техногенных образовательных средах

В статье показано, что искусственный и естественный интеллект связаны со сложностью организации систем (сред), ими наделенными, в процессе их жизнедеятельности (функционирования). Аутопоэтический характер живых систем определяет отличия естественного интеллекта от искусственного. Искусственные среды влияют на формирование и проявление интеллектуальных способностей погруженных в них пользователей. Введено понятие диффузного интеллекта как синергетического взаимообъединения искусственного и естественного интеллектов в организованной среде.

Ключевые слова: интеллект, искусственный интеллект, сложность, иммерсивные среды, образовательная среда, постнеклассическая парадигма, коммуникация, сетевая субкультура, дискурс, сборка интеллекта субъекта обучения, диффузный интеллект.

ARTIFICIAL AND NATURAL INTELLIGENCE IN ANTHROPOGENIC EDUCATIONAL ENVIRONMENTS

In the present article we show the link between both artificial and natural intelligence and the system's complexity during the life-cycle. Autopoietic's type of living systems determines the differences between natural and artificial intelligence; artificial environments have an influence to the intelligence abilities development. We present the «diffusion intellect» concept where the diffusion intellect is considered as a synergistic unity of natural and artificial intellect in organized environments.

Keywords: intellect, artificial intelligence, complexity, immersive environments, education environments, post-nonclassical paradigm, communication, network subculture, the learning subject's intelligence constructing, diffuse intellect.

Введение

Сложные техногенные информационно-управляющие коммуникационные среды стали де-факто образовательными средами XXI века. Миллиарды человек ежедневно осуществляют свою деятельность в искусственных средах сети Интернет, приобретая знания, умения и навыки, ведущие к развитию их как специалистов и личностей, творящих мир и историю человеческой цивилизации.

Информационные технологии предоставляют разработчикам средств обучения широкие возможности по созданию насыщенных информационных сред, позволяющих осуществить направленное воздействие на перцептивную, ментальную и когнитивную сферы человека, что ведет к появлению обучающей среды и лежит в основе всех известных методов средоориентированного обучения [1]. Вместе с тем отметим,

что взаимодействие человека с искусственными информационными средами отличается от взаимодействия с естественными средами в силу их структурно-функциональной взаимодополнительности с когнитивными структурами человека, что ведет к процессам модификации психических функций.

Наиболее часто эффективность обучения связывают с понятием «интеллект», которое получает новые смыслы при включении человека в сложноорганизованные среды. Техногенные среды ведут к новым формам взаимодействия человека, формирующим формы естественного интеллекта, отличающиеся от классического интеллекта, возникшего в процессе жизнедеятельности человека в изолированных культурных средах и в естественной среде жизнедеятельности.

Это ведет к постановке новой задачи – направленной модифика-

ции интеллектуальной сферы человека и повышения его эффективности в обществе информационной культуры. Необходимо признать, что интеллект человека информационного общества отличается от интеллекта, сформированного в естественной среде. Рассмотрению причин и возможных источников данных различий в контексте решения проблем образования с использованием сети Интернет посвящено настоящее исследование.

1. Интеллект в системно-философских и психологических представлениях

Способности человека познавать мир, порождая знания о нем, ведущие к истине, исследуются практически во всех философских системах, решающих гносеологический и онтологический вопросы, являющиеся основными вопросами



Сергей Федорович Сергеев,
 д.пс.н., профессор СПбГУ и СПбГПУ,
 член научного совета РАН
 по методологии искусственного
 интеллекта, академик РАЕН
 Тел.: 8 (911) 995-09-29
 Эл. почта: ssfpost@mail.ru
 Санкт-Петербургский
 государственный
 политехнический университет
 Санкт-Петербургский
 государственный университет
www.spbu.ru; www.spbstu.ru

Sergey F. Sergeev
 Doctor of Psychology, Professor at
 St. Petersburg State Polytechnical
 University, member of academic board
 at RAS on methodology of artificial
 intelligence, academician at RANS
 Tel. 8 (911) 995-09-29
 E-mail: ssfpost@mail.ru
 Saint Petersburg State
 Polytechnical University
 Saint Petersburg State University
www.spbstu.ru; www.spbu.ru

философии. Однако инструментальный характер когнитивных способностей человеческого разума, воплощенный в понятии «интеллект», стал рассматриваться лишь в концепциях механистического материализма, начиная с работ Рене Декарта и Томаса Гоббса. Человек в данных концепциях представлен как некоторый сложный механизм, реализующий целенаправленное поведение. Различия в функционировании этого механизма и ведут к различию людей по их интеллекту и, в более жестком варианте, – уму и разуму.

Механистический характер представлений об интеллекте стал основой для предположений о возможности создания его искусственного аналога, воплощенного в понятии «искусственный интеллект». В современных философских концепциях, основанных на кибернетических и информационных представлениях, постулируется даже возможность переноса человеческого разума и сознания на иные, нежели биологические, носители, в том числе искусственные интеллектуальные среды [2].

Поиски оснований естественно-го интеллекта, а в более широком плане – человеческого ума, возможности создания их искусственных аналогов приобретают особое значение в связи с интенсивным развитием техносферы планеты Земля и пониманием ограниченности индивидуального человеческого разума [3]. Ожидания, связанные с возможностью переложить на искусственные технические системы функции человеческого разума (желательно обладающего дружественными по отношению к человеку качествами), питают наблюдаемый бум в области искусственного интеллекта. Иногда даже забывается прозаическая, сугубо практическая причина введения этого понятия в психологию.

Существование различий между людьми по умению решать задачи одного класса неоспоримо. Это позволило выдвинуть предположение о существовании в человеке особых ментальных структур, умственных способностей, отраженных в понятии «интеллект». Именно на этом предположении был основан самый известный класси-

ческий тест для оценки коэффициента интеллекта (IQ – intelligence quotient) – шкала Д. Векслера, которая по настоящее время служит эталоном для оценки человеческого ума в его рациональных и культурно-лингвистических формах [4].

В данном тесте испытуемый выполняет задания, сложность которых постепенно увеличивается и служит показателем уровня интеллекта. Задания включают сведения из самых различных областей человеческого знания и свидетельствуют об эрудиции и умении респондента ориентироваться в широком классе задач, называемых интеллектуальными. Тест состоит из одиннадцати субтестов, составляющих вербальную и невербальную шкалы, в которых исследуются общая осведомленность, общая понятливость, способность к формированию понятий, классификации, упорядочиванию, абстрагированию, сравнению, оперативная память и внимание, вербальный опыт (понимание и умение определить содержание слов). Оцениваются степень усвоения зрительно-моторных навыков, особенности зрительного восприятия, наблюдательность, способность отличить существенные детали, сенсомоторная координация, способности к синтезу целого из частей, способность к организации разрозненных фрагментов в логическое целое, к пониманию ситуации и предвосхищению событий, способности к синтезу целого из частей.

Очевидно, что столь широкий спектр качеств, относящихся к интеллекту, охватывает практически все аспекты отношений человека с миром и особенности его разумного поведения, что выходит за пределы утилитарного понимания интеллекта как искусства эффективного решения задач. В современной интерпретации, предложенной в работах М.А. Холодной, интеллект – это форма организации когнитивного опыта человека, представленного в виде «накопленных» в ходе онтогенеза понятийных психических структур, степень сформированности которых определяет структурные характеристики субъективного простран-

тва интеллектуального отражения. Основное назначение интеллекта, по М.А. Холодной, – построение особого рода репрезентаций происходящего, связанных с воспроизводством объективного знания о мире [5]. Отметим, что эта задача решается посредством создания и использования когнитивных инструментов [6, 7], которые должны быть достаточно удобны и эффективны для пользователя [8].

Будучи психологическими конструктами, проявляющимися при решении тестовых задач, показатели естественного интеллекта, несмотря на кажущуюся их «объективность», с трудом могут быть применены в технике при оценке систем искусственного интеллекта. Естественный интеллект имеет совсем другую природу, нежели «интеллектуальные возможности», заложенные в сложные технические системы их разработчиками.

Первое бытовое впечатление о наличии или отсутствии в системе интеллектуальных свойств связано с ее способностью решать задачи. Если система способна решать множество задач, осуществляя целенаправленное поведение в среде, то она интерпретируется наблюдателем как система, наделенная интеллектом. В противном случае говорить об интеллекте системы не приходится.

В классических, главным образом, факторных моделях интеллекта рассматривается его адаптивная функция по отношению к окружающей и внутренней средам. Определение интеллекта как некоторой способности, обуславливающей успешность адаптации индивида к новым условиям, является наиболее общим местом в моделях, использующих философию и методологию классической научной рациональности [9].

Общая идеология факторного подхода, популярного при оценке интеллекта, сводится к следующим основным постулатам:

- подразумевается, что интеллект, как и любая другая психическая реальность, является латентным, то есть он дан исследователю только через различные косвенные проявления при решении жизненных задач;

- интеллект, будучи латентным свойством некоторой психической структуры («функциональной системы»), может быть измерен, то есть интеллект есть линейное свойство (одномерное или многомерное);
- множество поведенческих проявлений интеллекта всегда больше, чем множество свойств, то есть можно придумать много интеллектуальных задач для выявления всего лишь одного свойства;
- интеллектуальные задачи объективно различаются по уровню трудности;
- решение задачи может быть правильным или неправильным (или может как угодно близко приближаться к правильному решению);
- любую задачу можно решить правильно за бесконечно большое время.

На основе этих положений В.Н. Дружининым сформулирован принцип, согласно которому трудность задачи определяет уровень интеллекта, необходимого для ее правильного решения [10, с. 14–25]. Фактор, обеспечивающий переработку сложной информации и детерминирующий индивидуальную продуктивность, В.Н. Дружинин называет «индивидуальным когнитивным ресурсом». Следствием этих положений является принцип: чем труднее задача, тем более высокий уровень развития интеллекта требуется для ее правильного решения.

Вместе с тем заметим, что понятие «трудность задачи» не является синонимом понятия «сложность задачи». Трудность задачи связана с ее субъективным восприятием, интерпретацией и оценкой субъектом, который в процессе решения может как недооценивать, так и переоценивать объективную сложность задачи.

В рамках факторного подхода к интеллекту вводится понятие «идеальный интеллект». Человек, обладающий идеальным интеллектом, может правильно и в одиночку решить мыслительную задачу (или множество задач) произвольно большой сложности за бесконечно малое время, невзирая на внутрен-

ние и внешние помехи. Обычно же люди думают медленно, часто ошибаются, пасуя перед сложными заданиями.

В классическом подходе среда рассматривается главным образом как отдельный фактор, влияющий на формирование и проявления интеллекта, а не как его неотъемлемая часть. Эта отделенность интеллекта от среды создает иллюзии его независимости и локализации в субстрате организма человека.

Для связи когнитивной системы субъекта со средой в классическом подходе к интеллекту широко используется понятие «задача», которое при внимательном рассмотрении предстает достаточно сложным и неопределенным понятием. Во-первых, не ясно, кто или что формулирует задачу? Во-вторых, одна и та же задача может быть сформулирована и решена множеством способов. Кроме того, задача является формой организации и упорядочения среды. То есть среда, представленная в виде мира задач, уже не является средой, а превращается в систему. В этом контексте широко используемое выражение «интеллект позволяет решать задачи в условиях неопределенности» недостаточно корректно. Интеллект должен вначале снять неопределенность среды, создав мир задач, относящийся к данной среде, и только затем может решать их. Сформулировать задачу – значит уже на 50% решить ее. Однако при изучении интеллекта никто не обращает внимания на активный, организующий характер процессов формулирования задач, их оптимизацию под когнитивные средства и возможности, имеющиеся у конкретного обладателя интеллекта. Естественный интеллект активен и избирателен по своей природе. Он упрощает среду деятельности до уровня, позволяющего ее операционализировать и тем самым активно преобразовывать в нужном направлении.

В известном тесте оценки интеллекта Джоя Пола Гилфорда рассматриваются 120 интеллектуальных способностей (позднее их число было увеличено до 150), каждая из которых связана с определенным классом задач, представленных в

координатах «содержание, операция, продукт» [11]. Способности систематизированы в виде трехмерной матрицы с пятью психическими операциями (познание, память, оценивание, дивергентная и конвергентная продуктивность), пятью видами информационного содержания и шестью видами информационных форм. Здесь изучаемые умственные операции представляют собой то, что умеет испытуемый; стимульное содержание включает в себя природу материала или информации, на основе которых осуществляются действия; с помощью информационных форм (результатов) описывается способ обработки информации испытуемым.

Очевидно, что в модели Гилфорда представлены возможности по универсальному структурированию среды, выделению ее сложной структуры или наделению ее сложной структурой.

Ришар Мейли выдвинул гипотезу о том, что структуру интеллекта составляют четыре фактора: доступной сложности, пластичности, целостности, беглости [12]. Экспериментальная проверка этой гипотезы показала, что теоретически выделенные факторы являются инвариантными и постоянно устанавливаются в структуре, начиная с 6-летнего возраста. На основе проведенных исследований Р. Мейли предложил «компонентную модель» интеллекта, в которой факторы трактовались как условия (компоненты) индивидуальных различий в выполнении разных интеллектуальных актов. Они могут относиться как к индивиду, так и к окружающей среде. Следовательно, структура интеллекта, включающая эти факторы, включает в себя структуру взаимодействия индивида со средой.

В популярной теории множественного интеллекта Говарда Гарднера выделено девять типов интеллекта [12], каждый из которых связан с различными видами человеческой деятельности (средами жизнедеятельности). Это лингвистический, логико-математический, визуально-пространственный, телесно-кинестетический, музыкальный, натуралистический, межличностный, внутриличностный и

экзистенциальный интеллект. Все виды интеллектов по Гарднеру равноценны, каждый представляет собой особый способ взаимодействия с окружающей действительностью. Очевидно, что каждый интеллект в данной модели эффективен только по отношению к специализированной среде, отражающей соответствующие формы культуры.

В практике инженерного проектирования сложных систем данные подходы имеют ограниченное применение, так как получаемые в соответствии с ними модели не универсальны и работают только в узком диапазоне условий.

2. Интеллект и сложность среды

Мы наделяем систему высоким интеллектом в случае, если она проявляет способности к решению сложных задач, не имеющих заранее готовых алгоритмов решения. Предполагается, что для решения простых задач интеллект не требуется. В связи с этим интеллект оказывается связанным с миром задач, различающихся между собой сложностью решения, и может интерпретироваться с позиций концепций сложности.

Понятие «сложность» имеет два аспекта. Первый связан с субъективной сложностью, – сложностью, порождаемой в сознании человека и обусловленной его ограниченными возможностями по восприятию мира задач и обработке информации. Второй – с реальной сложностью физического и социального миров и возникающих в них феноменов. Это разные виды сложности по своей сути, но они часто сосуществуют совместно, порождая различные, порою противоречивые, взгляды на сложность и сложные системы.

Выделяют «онтологическую» и «семиотическую» простоту-сложность. Под первой понимают сложность материального, физического мира, а под второй – оценку знаковых систем. Понятие интеллекта в большей мере связано с семиотической сложностью, хотя мир задач обусловлен и онтологической сложностью. Отношения между этими видами сложности и опреде-

ляют средово-системный континуум, в котором порождается понятие «интеллект».

Таким образом, традиционное понимание интеллекта как суммы локально принадлежащих когнитивному аппарату человека способностей (инструментальных возможностей искусственной системы в случае искусственного интеллекта) должно быть изменено на интегральные свойства, обусловленные средой и действующей (живущей) в ней системой. Действительно функции и способности системы, помогающие ей эффективно существовать и сосуществовать в одной среде, могут быть совершенно бесполезными, а иногда и вредными в другой среде. При переходе к другой среде происходит «исчезновение» интеллекта, хотя сложность системы не изменяется. Интеллект определяется в значительной мере степенью освоенности конкретной среды системой, действующей в ней, степенью воплощенности в нее.

Большинство исследователей сложного считают, что представления о сложном могут быть сформированы в концептах: множественности, динамического разнообразия, нелинейности, неравномерности, сложности самоорганизующихся систем. Эти же категории применимы и к понятию «интеллект».

Множественность рассматривается как многокомпонентность. Она относится к описанию сложных систем, непрерывно эволюционирующих и изменяющихся. Сложная система в этой парадигме предстает как процесс бесчисленного усложнения ее сущностей, возникновения новых элементов как элементов для новых творений. Интеллект может быть представлен как свойство, воплощенное в сложную динамическую систему, позволяющее достигать результата, определяемого условиями задачи.

Множественность в концепциях динамического разнообразия дополняется качественной характеристикой – разнообразием. Разнообразие связано с асинхронным существованием в среде динамически существующих и сосуществующих систем и их распадо-

щихся элементов, которые, в свою очередь, могут образовывать новые системные сущности.

Динамические процессы, связанные с разнообразием, протекают не как линейные цепочки отношений между вступающими во взаимодействия элементами, формируемыми наблюдаемые формы системных образований, а как скачкообразные нелинейные процессы. Сложность данных систем отражает непредсказуемость появления новых качеств в новых структурах и неопределенность направления их развития. Причина появления нового качества может быть чрезвычайно малой и, на первый взгляд, незначительной («эффект бабочки»).

Концепт неравномерности отражает принципиальную неравномерность распределения в пространстве одновременно существующих различных форм материи (энергии, вещества), ведущую к локальной самоорганизации и возникновению новых систем. Постулируется холистический характер мира, который разделяется на элементы только работой механизмов человеческого интеллекта и сознания.

Концепция сложности самоорганизующихся систем отражает непрерывную динамику мира во всех ее принципиально непознаваемых количественно-качественных проявлениях, а интеллект в ней является эмерджентным свойством сложной системы, позволяющим последней эффективно решать задачи активного (формирование искусственной среды, созидательная деятельность) и пассивного (адаптация, приспособление к среде) существования в мире.

3. Синергетические корни интеллекта в техногенных средах

Е.Н. Князева обобщает существующие взгляды на сложность и сложные системы, формулируя и детализируя характерные свойства сложных систем в рамках синергетической парадигмы:

- сложность есть множество элементов системы, соединенных нетривиальным образом оригинальными связями друг с другом. Сложность есть ди-

намическая сеть элементов, соединенных по определенным правилам;

- сложность есть внутреннее разнообразие системы, разнообразие ее элементов или подсистем, которое делает ее гибкой, способной изменять свое поведение в зависимости от меняющейся ситуации;
- сложность есть многоуровневость системы (существует архитектура сложности);
- сложные системы являются открытыми системами, т.е. обменивающимися веществом, энергией и/или информацией с окружающей средой. Границы сложной системы порой трудно определить (видение ее границ зависит от позиции наблюдателя);
- сложные системы – это такие системы, в которых возникают эмерджентные феномены (явления, свойства), которые не могут быть «вычитаны» из анализа поведения отдельных элементов;
- сложные системы имеют память, для них характерно явление гистерезиса, при смене режима функционирования процессы возобновляются по старым следам (прежним руслам);
- сложные системы регулируются петлями обратной связи: отрицательной, обеспечивающей восстановление равновесия, возврат к прежнему состоянию, и положительной, ответственной за быстрый, самоподстегивающийся рост, в ходе которого расцветает сложность [14, с. 77–78].

Очевидно, что приведенные Е.Н. Князевой дефиниции сложных систем применимы и к интеллектуальным системам, так как в данном случае интеллект является функцией от сложности самоорганизующейся системы.

Далее в концепции Е.Н. Князевой делается ряд существенных дополнений к классическим взглядам на проблему сложных систем. Во-первых, сложные системы, по ее мнению, являются системами операционально закрытыми. Система одновременно является открытой и замкнутой по отношению к окру-

жающей среде. Операциональная замкнутость означает селективность системы, наличие границы, упорядочивающей отношения системы со средой и окружающими системами. Система и среда проявляют взаимную активность. Среда меняет систему, но и система активно видоизменяет окружающую среду, вступая в коэволюцию с нею.

Сложность в современных синергетических концепциях является возникающим и исчезающим феноменом, циклически порождаемым в циклах самоорганизации. Многие ее аспекты перекликаются с понятием интеллекта. Можно предположить, что интеллектуальные функции отражают некоторые общие принципы самоорганизации аутопоэтических систем, в частности их способность активно изменять сложность среды [15]. Отсюда следует, что все аутопоэтические системы обладают воплощенными в них интеллектуальными способностями.

Техногенные среды отличаются от естественных сред не только своим искусственным происхождением, но и организацией, представляя собой системы организованной сложности. Организованный характер техногенной среды определяется тем, что элементы ее содержания возникают не случайно, а являются результатами аутопоэзиса человеческой общности и представляют собой организованные фрагменты цепей, образующих аутопоэтические циклы включенных в них участников. Это не случайная, а хорошо приспособленная для человека и созданная под человека среда. Таким образом, можно сделать вывод, что деятельность человека в среде сети Интернет не является процессом адаптации к неопределенной среде и деятельностью в ней, а несет характер межсистемных взаимодействий с организованными и самоорганизующимися фрагментами среды, позволяющими сохранять и культивировать опыт других участников среды, организуя коммуникацию между ними посредством систем интерфейса. При этом, будучи организованной средой, искусственная среда содержит в скрытой форме часть функций, присущих системам, наделенным естествен-

ным интеллектом. Это искусственный интеллект, воплощенный в искусственную среду. Он делает излишними часть функций естественного интеллекта, используемого человеком в процессе адаптации к естественной среде. Например, в искусственной интернет-среде не нужны память, ассоциативный поиск, структурирование содержания, его интерпретация. Эти функции принадлежат искусственной среде, и она предоставляет их пользователю, замещая функции естественного интеллекта.

Таким образом, мы приходим к понятию диффузного интеллекта, который представляет собой систему, включающую естественный и искусственный интеллект в их синергетическом взаимодействии в сложноорганизованной искусственной среде. Чем выше уровень искусственного интеллекта, распределенного в техногенной среде, тем более эффективен при прочих равных условиях диффузный интеллект человека. Свойства диффузного интеллекта зависят от способности естественного интеллекта пользователя освоить интерфейс и интеллектуальную компоненту среды. Отметим отличие понятий диффузного интеллекта от гибридного, применяемого в сложных эргатических системах. Гибридный интеллект локализован, как некоторое свойство сложной системы, помогающее работе естественного интеллекта в данной системе, а диффузный интеллект возникает как синергетическое свойство в сложноорганизованной среде в процессе ее когнитивной коэволюции с системой естественного интеллекта.

Иллюстрацией понятия диффузного интеллекта может быть оценка знаний ученика, сдающего экзамен со шпаргалкой и без оной. Понятно, что в результате экзамена ученик со шпаргалкой будет оценен как обладающий большим интеллектом, чем не пользующийся. Этот эффект хорошо знают педагоги и используют изоляцию индивидуальных знаний на экзамене. В действительности шпаргалка дает усиление знаниевой компоненты естественного интеллекта за счет

диффузной компоненты. Интернет-среда в сущности это интеллектуальная подсказка (шпаргалка) XXI века, формируемая технологиями обработки и хранения информации. Эффективное взаимодействие естественного и искусственного интеллектов усиливает возможности человеческого интеллекта в искусственной среде, но только в определенных предоставляемых технологиями направлениях. Сложная среда содержит в себе в структурированной форме все задачи и их всевозможные решения, созданные в процессе деятельности человечества. Задачей естественного интеллекта становится поиск решений и технологий, позволяющих решить конкретную задачу, возникшую в процессе трудовой деятельности человека.

Мы должны научиться жить в условиях существования внешних подсказок, хотя классическое образование часто считает их вредными и ненужными. Меняется парадигма интеллекта с его понимания как локально существующего в отдельной когнитивной системе феномена на способность человека обеспечивать эффективные межсистемные взаимодействия, ведущие к получению требуемого результата (решения задачи) в сложноорганизованных интеллектуальных средах.

5. Интеллект как самоорганизующийся механизм организации сложных сред

В последнее время растет понимание, что среда и взаимодействующая с нею система являются взаимодополняющими понятиями и рассмотрение интеллекта в сложных системах вне среды их существования невозможно. Среда является, в сущности, внешней частью системы и во многом определяет ее поведение (в том числе и интеллектуальное). Интеллект проявляется только в организованной среде и связан с поиском, созданием и применением средств, гармонизирующих отношения системы со структурированной средой.

Основные проблемы, возникающие при проектировании сложных интеллектуальных систем, связаны

с так называемым процессом выделения системы из среды. Среда представляет собой множество неоднородностей, выделение которых из среды позволяет интерпретировать их как систему. Система возникает в результате проведения операции различения, обозначения ее границ и описания свойств среды, существующей в рамках выделенной границы.

В экологической концепции Дж. Гибсона вводится понятие «экологический мир», понимаемый как часть мира, которая может реально восприниматься субъектом. Экологический мир иерархически организован, все его мелкие элементы «встроены» в более крупные иерархии. Мир предоставляет субъекту возможности. Субъект и «экологический мир» взаимодополнительны и неразрывно связаны друг с другом. Мир, в котором реально действует субъект, зависит от характеристик самого субъекта [16]. Интересна мысль Гибсона о том, что «восприятие окружающего мира основано на выделении инвариантов из потока, извлечении, а не в получении и обработке информации об окружающем мире».

В теории Гибсона постулируется наличие непосредственной связи человека со средой через резонирующее с предметной средой восприятие и опосредованное опытом субъекта наблюдение, работающее с восприятием. Существуют как бы две зрительные системы: наблюдателя и зрительного мира. Вторая носит автоматический характер и не контролируется сознанием. Зрительная система наблюдателя связана с функционированием сознания, установками личности, ее культурными, социальными и иными ценностями.

Попытка развития экологического подхода Гибсона сделана в концепции перцептивного мира Ю.К. Стрелковым. По мнению автора, перцептивный мир – это «совокупность упорядоченных предметов, удаленных друг от друга, с их промежутками, предметов меняющихся, движущихся» [17, с. 281]. Это один из слоев образа мира субъекта. Ю.К. Стрелков вводит идею смысловой дифференци-

ции, под которой он понимает проекцию опыта на воспринимаемый человеком мир. Смысловые дифференциации, по мнению Стрелкова, искажают восприятие, подчеркивая наиболее важные для субъекта его зоны.

Дарио Соммэр предлагает модель восприятия и формирования субъективного образа как результат действия многоступенчатой системы фильтров, ограничений восприятия, влияющих на адекватность человеческой деятельности [18]. Согласно автору мы находимся в мире искаженной иллюзорной реальности, возникающей в результате сенсорной интерпретации некой части реальности.

В модели Соммэра выделены одиннадцать уровней сенсорных фильтров, которые превращают «настоящую реальность» в иллюзорную. Работа каждого из них искажает восприятие, переводя в зону сознания только актуальную жизненно важную информацию, требующую реагирования. Первый уровень связан с физическими ограничениями нейрональной сети мозга, которая способна усвоить лишь часть информации, поступающей из внешнего мира. Второй уровень связан с ограничениями органов чувств человека, которые воспринимают лишь отдельный класс раздражителей волновой и химической природы. Все, что отличается от них, нами не воспринимается. Третий уровень сужения реальности связан с оперативными возможностями каждого из органов чувств, которые реагируют лишь на ограниченный диапазон воспринимаемых стимулов. Мы видим лишь узкий диапазон реально существующего диапазона электромагнитных волн. Не слышим инфра- и ультразвук. Четвертый фильтр реальности обусловлен способностью наших органов чувств к восприятию лишь тех раздражителей, которые изменяют свою интенсивность. Постоянные стимулы нами не воспринимаются. Пятый уровень связан с информацией, которая отбирается нашими органами чувств и отправляется впоследствии в мозг, где происходит ее дальнейшая эмоциональ-

ная обработка. На шестом уровне процесс реальности просеивается при превращении наших эмоций в чувства. Входящая информация отбирается, сортируется, и часть ее направляется на хранение. Следующий, седьмой фильтр, оказывает воздействие на воспринимаемую реальность в зависимости от доминирующих в каждом индивидууме каналов восприятия. Восьмой уровень отсева реальности основан на личном отношении человека к воспринимаемой информации, на опыте и существующей у человека системе убеждений и ценностей. Удержанная информация отправляется на следующий фильтр, разделяясь в зонах сознательного и бессознательного. Мы оперируем лишь сознательным опытом. Ограничения мозга являются десятым фильтром реальности. Одиннадцатый фильтр обусловлен филогенетическими, онтогенетическими и социогенетическими группами факторов, каждый из которых вносит свое искажающее влияние на восприятие реальности.

В модели Соммэра хорошо иллюстрируется рекурсивный структурно-функциональный характер сложных биологических систем, в которых структура обеспечивает существование некоторой функции, которая, в свою очередь, становится причиной для появления новой структуры и изменения ее организации. Циклическое развитие сложности системы присуще всем живым организмам. В искусственных системах структура является фиксированным образованием, а система обладает фиксированной сложностью. Вместе с тем сложность искусственных систем непрерывно повышается за счет эволюции техногенной среды, которая превращается в систему организации коллективного опыта, формируемого в среде с памятью. Заметим, что не весь опыт, фиксируемый в техногенной среде, является нужным и полезным для развития культурных культивируемых форм человеческого знания. Многие являются уже устаревшим и потерявшим свою значимость и актуальность, но, тем не менее, хранимым в среде. Интернет в из-

вестной мере становится информационной свалкой человечества, в которой сохраняются дискурсы некогда существовавших культурных общностей.

6. Сложность искусственных интеллектуальных систем

Любая интеллектуальная техническая система представляет собой, в известной мере, автономную систему, осуществляющую деятельность по достижению заданной цели в конкретной среде. Чем больше функций во взаимодействиях со средой без присутствия оператора может выполнять система, тем более сложной и интеллектуальной она кажется наблюдателю. Интеллект искусственной технической системы возникает и проявляется в условиях организованной сложности, в отличие от живых систем, активно организующих среду. Система искусственного интеллекта является системой организованной сложности, в которой взаимодействие элементов и функциональных областей строится на неслучайных отношениях, заданных проектировщиком в некоторых контекстах, которые непрерывно меняются, следуя логике эволюции. Одновременно происходят процессы инволюции, знаменующие отживание старых форм. Часто старые формы информационных культур становятся основой для формирования нового, но чаще это информационный балласт, с которым необходимо вести направленную борьбу. Проблема очистки интернета от старой бесполезной информации в настоящее время еще не осознана научным и практическим сообществом, хотя понимание невысокой информационной ценности большей части порождаемой в интернете информации уже разделяется многими.

Функциональная сложность технической системы может быть связана по аналогии с когнитивной сложностью человека с количеством и типами решаемых задач. Однако техническая система не способна ставить задачи в соответствии с целевой функцией. Ее сложность (и интеллектуальность) может определяться в привязке к

конкретным решаемым задачам, к сложности программных средств, используемых в управляющем компьютере системы, с объемом и степенью дифференцированности контактов системы со средой. Здесь может использоваться в качестве критерия сложности (интеллектуальности) длина выполняемого алгоритма и количество циклов, позволяющих его реализовать.

Перспективным методом определения интеллектуальности системы является метод, учитывающий свойства культурного поля проектного коллектива, участвующего при создании системы. Чем шире спектр специалистов и выше междисциплинарная нагрузка, тем система сложнее и интеллектуальнее.

Перспективы развития технологий создания искусственного разума связаны с системами, отражающими холистические принципы организации мозга, когда межсистемная организация осуществляется в многомерном пространстве на системных уровнях различной физической природы [19].

7. Образование как культурный информационный феномен. Образовательная среда и техногенная культура

Образование отражает, прежде всего, степень приобщенности конкретного носителя знаний к определенной культуре. Задача проектирования культур и создания порождающих культуры сред, полезных для общего прогресса человечества, является общей задачей всех систем образования. Однако большинство существующих систем образования отражают факт институционального существования образовательных культур. Когда речь идет об образовании в техногенных средах, мы должны понимать, что это место сосуществования и взаимопроникновения множества культурных сред. Их границы в известной мере условны и определяются вовлеченными в них участниками, формирующими дискурсивные поля культурных сред. Современная информационная среда является местом борьбы, координации и коэволюции возникающих в ней культурных

единств, порождаемых циркулирующей коммуникацией.

Поликультуральность техногенной среды ставит новые задачи перед системой образования в информационном сообществе, что коренным образом меняет роль преподавателя – из транслятора знаний среды обучения институциональных образовательных организаций в активного конструктора сред обучения. Прежде всего, это задачи поиска образовательных синергизмов, представляющих собой компоненты формируемой педагогом среды образования. Преподаватель должен вычленив и сконструировать из контента сети культурные среды, ведущие к созданию некоторого адаптивного образа в конструируемой среде, и изолировать ученика от информационного шлама, оставшегося от неэффективных компонентов интернет-среды, оставляя все, что относится к образованию. Отдельной задачей является обеспечение погружения ученика в образовательную среду для обеспечения преемственности опыта ученика и опыта, который планируется получить в среде обучения [20].

Роль преподавателя – структурирование будущего, ясного для него сейчас и пока неясного ученикам, но позволяющего им эффективно осваивать среды будущего. От силы веры в ученика зависит культурная планка, к которой стремится преподаватель и которую воплощает в среде обучения. Все это ведет к непрерывному усложнению аутопоэтических цепочек, живущих аутопоэтических систем (в том числе социальных коммуникаций), и соответствующих им форм интеллекта. Происходит сборка интеллекта ученика за счет его дополнения компонентами искусственного интеллекта организованной среды. Интеллект перестает быть индивидуальной принадлежностью личности, а превращается в инструмент работы со сложноорганизованной коммуникативной системой, дополняющий и расширяющий когнитивные и творческие возможности психофизиологической системы. Формируется планетарный разум, и наша задача состоит в том, чтобы его развитие

шло в позитивных для человечества направлениях и формах.

Заключение

Появление сложных информационно-коммуникативных глобальных сред меняет парадигму образования с локального обучения в институциональных образовательных средах на обучение в локально-выделяемых в контенте информационно-коммуникативной среды фрагментах культурных сред.

Можно дать ряд определений интеллекта, возникающего в процессе погружения ученика в среды с искусственным интеллектом:

1. Интеллект есть форма активной самоорганизации сложной системы, вовлекающая погруженного в среду пользователя в созидающие изменения.
2. Интеллект связан со средой как механизм ее организации, обеспечивающий процессы самоорганизации системы, им наделенной.
3. Интеллект распределен в континууме «система-среда» и воплощен в циклах самоорганизации системы, действующей в среде.
4. Естественный интеллект представляет собой организующую сложность в организуемой среде, а искусственный интеллект – организованную сложность в организованной среде.
5. Интеллект отражает результаты селекции самоорганизующейся системой эффективных способов достижения цели в организованной среде.

Образовательная среда в организованной среде является формой самоорганизации когнитивной системы человека, погруженного в сложноорганизованную информационно-коммуникативную систему, содержащую взаимодействующие формы искусственного и естественного интеллекта, ведущие к появлению эффективных способов структурирования содержания искусственной среды.

При создании технологий обучения в сложноорганизованных обучающих средах необходимо учитывать возникающие вследствие сложной организации эффекты интеллектуализации среды.

Литература

1. *Сергеев С.Ф.* Образовательные среды в постнеклассических представлениях когнитивной педагогики // Открытое образование. – 2012. – № 1(90). – С. 90–100.
2. *Дубровский Д.И.* Сознание, мозг, искусственный интеллект. – М.: Стратегия-Центр, 2007. – 272 с.
3. *Сергеев С.Ф.* Психологические основания проблемы искусственного интеллекта // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2011. – № 7. – С. 2–6.
4. *Wechsler, D.* Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale. – N.Y., 1955.
5. *Холодная М.А.* Когнитивные стили. О природе индивидуального ума: учебное пособие. – М.: ПЕР СЭ, 2002. – 304 с.
6. *Сергеев С.Ф.* Инструменты обучающей среды: интеллект и когнитивные стили // Школьные технологии. – 2010. – № 4. – С. 43–51.
7. *Сергеев С.Ф.* Инструменты обучающей среды: стили обучения // Школьные технологии. – 2010. – № 5. С. 19–27.
8. *Сергеев С.Ф.* Когнитивная педагогика: пользовательские свойства инструментов познания // Школьные технологии. – 2011. – № 2. – С. 35–41.
9. *Степин В.С.* Классика, неклассика, постнеклассика: критерии различения // Постнеклассика: философия, наука, культура. – СПб.: Издательский дом Мирь, 2009. – С. 249–295.
10. *Дружинин В.Н.* Психология общих способностей. – СПб.: Питер, 1999. – 368 с.
11. *Гилфорд Д.* Три стороны интеллекта // Психология мышления. – М.: Прогресс, 1965. – С. 434–437.
12. *Meili, R.* Analytischer Intelligenztest (AIT) / Verlag H. Huber. – Bern, Stuttgart, Toronto, 1971.
13. *Гарднер Г.* Структура разума. Теория множественного интеллекта. – М.: Вильямс, 2007. – 512 с.
14. *Князева Е.Н.* Темпоральная архитектура сложности // Синергетическая парадигма. «Синергетика инновационной сложности». – М.: Прогресс-Традиция, 2011. – С. 66–86.
15. *Сергеев С.Ф.* Механизмы редукции в самоорганизующихся мирах циклических коммуникаций / С.Ф. Сергеев, Ю.Ю. Заплаткин, М.А. Захаревич // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: труды XIV Международной конференции (19–22 июня 2012 г. Самара, Россия) / под ред.: акад. Е.А. Федосова, акад. Н.А. Кузнецова, проф. В.А. Виттиха. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. – С. 131–137.
16. *Гибсон Дж.* Экологический подход к зрительному восприятию. – М.: Прогресс, 1988. – 464 с.
17. *Стрелков Ю.К.* Инженерная и профессиональная психология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия»: Высшая школа, 2001. – 360 с.
18. *Соммер Д.С.* Иллюзия или реальность // Вестник Российской академии естественных наук. – 2006. Т. 6. № 4. – С. 1–7.
19. *Сергеев С.Ф.* На пути от биоорганизации к киберорганизации: человек в тени искусственного интеллекта // Естественный и искусственный интеллект: методологические и социальные проблемы / под ред. Д.И. Дубровского и В.А. Лекторского. – М.: Канон+: РООИ Реабилитация, 2011. – С. 48–59.
20. *Сергеев С.Ф.* Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. – М.: Народное образование, 2009. – 432 с.

Семиотические модели и автоматизация конструирования педагогических тестов

Обсуждаются проблемы построения объективных моделей учебной дисциплины, процессов обучения, контроля знаний и компетенций, автоматизированной генерации тестов с использованием формализованных понятий тестологии, семиотических и математических моделей педагогических процессов.

Ключевые слова: тестирование, педагогика, семиотика, знак, понятие, знание, компетенция, учебная доза знаний, тестовое задание, истинный балл.

SEMIOTIC MODELS AND AUTOMATIZATION OF PEDAGOGICAL TESTS DESIGN

The paper deals with the problems of construction objective models of educational course, learning processes, control of learning results. We considered the possibility of automated test generation using formalized concepts of testology, semiotic and mathematical models of pedagogical processes.

Keywords: pedagogy, semiotics, sign, concept, knowledge, competence, test task, true point.

Введение

Достижение объективных оценок качества результатов обучения, обоснованности используемых методов и средств их получения для различных целей и условий в процессах тестирования многие годы остается социально значимым и вызывает острые обсуждения при анализе педагогической деятельности, ее аттестации, контроле качества образования в целом. В педагогике предложено много теоретических моделей и практических приемов, процедур измерения внутренних состояний чрезвычайно сложных мыслительных и эмоциональных структур в памяти учеников и студентов, порождаемых процессом обучения, использующих понятия и зависимости различного уровня обоснованности и объективности [1–4]. Существующие формы тестов, технологии тестирования, меры сравнения ответов испытуемых с эталоном знаний далеко не всегда удовлетворяют насущным требованиям к образовательным процессам и вызывают в обществе, в научно-педагогической среде справедливые нарекания. Причины этого кроются в высокой сложности объекта иссле-

дования – приобретаемых знаний и умений обучаемого, существенного влияния на результаты оценивания субъективности экзаменаторов и применяемых средств педагогических измерений, обработки фактической и априорной информации об испытуемых.

Данная статья является продолжением работы [5] и посвящена уточнению основных понятий и моделей тестологии, объективации педагогических исследований с позиций теоретической информатики. Обсуждаются пути и средства углубленного анализа свойств приобретенных компетенций, автоматизации проектирования тестов и возможных их усовершенствований на основе моделей семиотики и проблемологии [6].

1. Формализация педагогических исследований

В теоретической (фундаментальной) информатике процессы исследования произвольного материального либо информационного явления описываются моделями объекта исследования, процессов измерения, наблюдения, обработки результатов измерений совместно с априорными и теоретическими

данными о процессах и объектах, влияющих на результаты исследования. Завершающим этапом является контроль, оценка достоверности, адекватности результатов обработки и последствий реализации принятых решений. Предшествуют исследованию определение целей и критериев их достижения, разработки средств измерений и обработки информации, технологии исследования [6].

Проблемным объектом педагогического исследования являются приобретенные обучаемым знания по определенной дисциплине. Измеряемое/вычисляемое свойство – это степень (мера) соответствия полученных знаний исходным, эталонным знаниям учебного курса, или иначе, степень их расхождения – отсутствие знаний либо их ошибочное усвоение. Поэтому приобретенные знания обычно оцениваются в *позитивных* (точность, полнота) или *негативных* (погрешность, незнание) шкалах оценок. *Цели педагогических исследований* определяются разнообразием задач, которые решает педагог в учебном процессе: входной, текущий, итоговый контроль знаний обучаемых / диагностика пробелов



Геннадий Никифорович Зверев,
д.т.н., проф. каф. Компьютерной
математики
Тел.: 8 (347) 228-66-20
Эл. почта: gnzv@mail.ru

Gennady N. Zverev,
Doctor of Engineering Science, Professor
of computer mathematics department
Тел.: 8 (347) 228-66-20
E-mail: gnzv@mail.ru



Нина Николаевна Зверева,
ст. преподаватель каф.
Экономической информатики
Тел.: 8 (347) 272-40-35
Эл. почта: nzvereva@bk.ru
Уфимский государственный
авиационный технический
университет
http://www.ugatu.ac.ru/EC_INF/

Nina N. Zvereva,
Senior Lecturer of economical
informatics department
Тел.: 8 (347) 272-40-35
E-mail: nzvereva@bk.ru
Ufa State aviation technical university
http://www.ugatu.ac.ru/EC_INF/

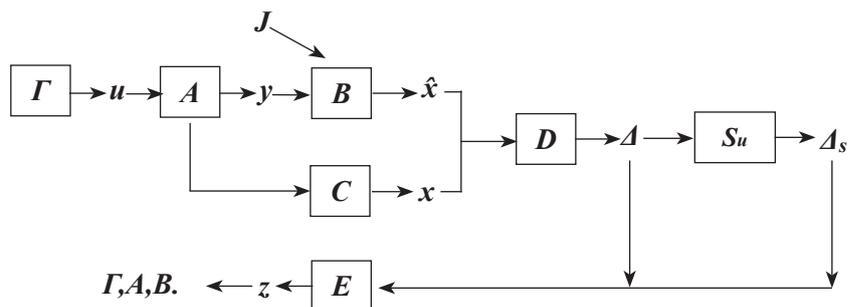
в знаниях и компетенциях и оценка их прочности / оценка умственных способностей, ранжирование обучаемых по успеваемости, одаренности, креативности.

Эти и другие понятия, процедуры педагогики и тестологии подлежат формализации, конструктивному воплощению в программно-аппаратных средствах информационных технологий. Первые теоретические модели психологических и педагогических измерений [7–9] имели реляционную (аксиоматическую) форму и были ориентированы на обоснование шкал измерений. Более информативна функциональная (конструктивная) формализация процессов измерения / вычисления искомого свойства проблемных объектов и оценки точности результатов, построенная для физических экспериментов, технической, медицинской диагностики и т.д. в виде функциональной модели исследования [6], представленной на рисунке.

В этой граф-схеме, которая называется схемой косвенного обращения или *графом инверсий* прямых информационных связей, *генор* Γ есть модель генерации объектов и параметров проблемных ситуаций – вектора влияющих причин u – полезных и мешающих факторов, воздействующих на измерительную, наблюдательную систему – *сенсор* A , на выходе которой находятся результаты измерения y , которые поступают на вход мыслительной, вычислительной системы – *рефор* B , альтернативный термин – *реформер*, он преобразует накопленные знания, обрабатывает результаты наблюдений и априорную информацию J о проблемной ситуации, получая на выходе оценки искомого параметра \hat{x} .

Эти оценки сравниваются с эталонными, истинными значениями искомого x , которые порождает прецизионная система – *целевой оператор исследования* C . Сравнение \hat{x} и x выполняет *адеквататор* D , на выходе которого – оценка точности, адекватности $\nabla = \Delta^{-1}$ в позитивной шкале либо оценка погрешности Δ в негативной шкале оценок; для количественных результатов исследований $\Delta = \hat{x} - x$. По всему множеству возможных значений вектора причин u , порождаемых генором Γ , вычисляются сводные, интегральные оценки точности и погрешности $\Delta_s = S_u(\Delta)$ оператором связывания S_u , скажем, предельные или среднеквадратические меры ошибок. Эти оценки поступают на вход исполнительной, моторной системы – *эфектора* E , который осуществляет обратную связь в управлении *генорными, сенсорными, рефорными, адеквативными, эфекторными* процессами и вносит изменения в системы Γ, A, B, \dots посредством управляющих воздействий z (модуль внешнего управления процессом исследования в графе инверсий не показан).

Функциональная модель исследования имеет *операторное* описание $\Gamma ABCDES$ и *параметрическое* описание $uJx\hat{x}\Delta\Delta_s z$ информационных процессов любых исследований. Эта модель с соответствующими изменениями и пополнениями конкретной семантикой переносится в информационные процессы обучения и педагогических исследований. Для этого необходим адекватный концептуальный аппарат: формализованные понятия дидактики и тестологии, семиотические и математические модели изучаемой дисциплины, обучаемых и процесса обучения,



Функциональная модель исследования

тестов, технологии тестирования и контроля знаний.

2. Семиотические и математические модели изучаемой дисциплины

Учебная дисциплина содержит описание в определенном аспекте фрагмента материально-информационной реальности, теории и практики соответствующей предметной области – множества предметов, процессов, связей между ними. Предмет, материальный объект – это всё то, что обладает свойствами и отношениями к другим предметам. Учебная информация о предмете представляется на естественном языке – ЕЯ, языке предметной области – ЯПО, логико-математическом языке – ЛМЯ, информационных языках – ИЯ и т.д. Формализация таких фундаментальных понятий, как язык, информация, знак, понятие, знание, умение, пригодная для реализации понятий в искусственной информационной среде, выполнена в теоретической семиотике [6, 10].

Произвольный язык формализуется описанием: *языковой среды* – множеством субъектов – носителей языка – и коммуникативных связей между ними; *парадигмы языка* – алфавита, лексики, синтаксиса и семантики элементарных и составных знаков языка; *прагмы языка* – знаковых процессов и их результатов – новых знаний. Далее мы воспользуемся подходящими уточнениями применительно к терминам педагогики.

Учебный материал дисциплины (лекция, книга, фильм, лабораторное задание, пакет программ тренажера и т.д.) представляет собой знаковую структуру, организованную в соответствии с технологией обучения и поставляемую обучаемым порциями, *дозами*, доступными для понимания и применения. Структура из элементарных и составных знаков, которая включает текст, гипертекст, предложения, формулы, таблицы, рисунки, диаграммы, мультимедиа и т.д., иерархически упорядочена в информационном пространстве-времени. Элементарные знаки (буквы алфавита ЕЯ, ЛМЯ, ЯПО, примитивы рисунков,

формы таблиц) не имеют предметной семантики, они определяют лингвистический, грамматический смысл компонентов знаковой структуры и служат для построения составных знаков: слов, понятий, утверждений, команд, советов, вопросов и других грамматических форм, которые обозначают предметную и межпредметную семантику – смысл знаковой структуры.

Языковая среда и ее субъекты (ученые, учителя, ученики, информационные системы) порождают, преобразуют, общаются, хранят в памяти информацию, знаки, понятия, описывающие свойства материальной и информационной реальности. Знак в теоретической семиотике (теории знаков) имеет два определения: 1) *знак в узком смысле*, или просто знак, имя, обозначение предмета – проблемного объекта или знаний, информации о нем, это материальный носитель, имеющий информационные функции, *заменитель* прообраза знака (самого предмета) либо образа (информации о прообразе, его модели) в языковых (знаковых, информационных) процессах; 2) *знак в широком смысле*, или *метазнак*, есть объединение *обозначения* и его смыслового *значения*, имени знака и его семантики в единый информационный объект.

Следующий шаг – формализация семантики знака, его значения, которое выражает имя И знака: слово, словосочетание, математический символ, идентификатор в описании алгоритма, иконка на экране компьютера и т.п. Необходимо различать: *прямое* семантическое значение имени И – *дент* Д (от лат. *denotatus* – «обозначенный»), это сам предмет, прообраз знака, имеющий это имя; и *косвенное* значение – *конт* К (от логического *concept* – «понятие» и лингвистического *connotat* – «дополнительный смысл имени») – это образ, описание предмета (дента) в памяти субъекта, набор отличительных и сходственных признаков, математическая модель проблемного явления и т.д. Конт является заменителем дента в информационных процессах, как мысль о предмете есть заменитель предмета в рассуждениях.

Прямого и косвенного значения И-знака недостаточно для описания знаковых процессов и их семантики, так как необходимо определить связи между этими семантическими значениями, между другими знаками, процессами, объектами и субъектами языковой среды. Эти функции выполняет *ссылочное* семантическое значение имени – *семиотический адрес* А всех компонентов метазнака. Адрес определяет место и время в *физическом, информационном* (в памяти) и *модельном* (виртуальном) пространстве-времени моделируемого явления всех компонентов метазнака. Итак, смысл И-знака есть КАД-значение метазнака ИКАД, в котором конт К и адрес А есть тоже знаки, но другого уровня описания, а дент Д может быть материальным, реально существующим предметом – *редент*, либо знаком, идеальным предметом – *идент*, который материализуется набором И-знаков и описывается своим контотом.

Ближайшие синонимы знака и метазнака в научном языке – это информация, знание, понятие, смысл которых подлежит уточнению. Исходным смыслом термина «информация» является сообщение, порождаемое источником информации и передаваемое приемнику, преобразователю или потребителю информации безотносительно к семантике сообщения, приписанной источником и восстановленной приемником. Источники, преобразователи, приемники знаков, информации – это человек (учитель, ученик), книга, измерительный прибор, компьютер, телевизор, канал связи.

Итак, информация есть более конкретная форма предельно абстрактного понятия, «знак в узком смысле», И-знак, применительно к процессам передачи знаков, коммуникации субъектов языковой среды, информирования потребителя. Семантика И-знака, синтаксической знаковой структуры, составленной из имен более простых знаков, хранится в источнике и приемнике, если последний восстановил хотя бы частично смысл сообщения. Там же хранится семантика знако-

вых компонентов сообщения, одинаковая либо разная для источника и приемника. Учитель не может непосредственно передать свои знания, мысли ученикам, а только опосредованно, формируя и передавая учебную информацию в виде сообщений, смысл которых должен быть доступен ученикам. Для этого, возможно, потребуется дополнительная информация, скажем, по запросам учеников.

Знание тоже является более конкретной формой категории «знак», но только не в узком, а в широком смысле – это метазнак, так как знание, в отличие от информации, нельзя отделить от его семантики, а информация – набор знаков – может быть бессмысленной для приемника сообщения. Информация есть сведения о свойствах и связях какого-либо предмета, «информация о чем либо». Знание индивидуализировано, привязано к конкретному носителю знания и к его КАД-семантике, хранящейся в памяти субъекта, «знание кого-то о чем-то». Адресация семиотических компонентов информации отличается от подобной адресации компонентов знания. Отсюда также следует различие понятий знания и метазнака.

Субъекты языковой среды – источники и приемники информации – в процессе жизнедеятельности перерабатывают информацию в знания, накапливают в своей памяти семантические знаковые структуры, которые различаются по видам семантик и уровням иерархий. Информация и знания образуют иерархии, прежде всего потому, что всякий предмет, физический или абстрактный, имеет свойства, связи и может быть описан подходящей знаковой моделью: *предмет* → *информация о нем* → *информация об информации* и т.д. либо: *объект* → *знания о нем* → *знания свойств и связей этих знаний*. Скажем, реальное значение какого-либо свойства предмета характеризуется погрешностью, знание которой тоже неточно. Возникает адеквативная иерархия: *предмет* → *знание* → *погрешность знания* → *погрешность погрешности знания*... Это пример модельной иерархии – мо-

дели моделей. Другие виды иерархии знаний порождаются операциями обобщения, абстрагирования, анализа-синтеза. Это структурные иерархии принадлежности и включения, иерархические классификации, которые обязательно учитываются в технологиях обучения.

Из всех видов семантик, описанных в теоретической информатике, рассмотрим системную семантику, в которой описываются истинные (онтологические, принимаемые за истину) знания предметной области как системы в структурно-полном и ролевом базисах системологии [6]. В этих базисах, определяющих основные аспекты описания предметной области, знания разделяются на четыре вида: 1) *структурные* описания проблемного объекта, различающиеся по уровню абстракций: иерархические сети полюсников, математические сети, гипермультиграфы, обыкновенные графы – это предельно простое и абстрактное описание структуры системы; 2) *параметрические* описания: свойства, состояния, признаки, характеристики, атрибуты объектов и процессов; 3) *реляционные модели* предметной области – описания связей между объектами, процессами в виде уравнений, неравенств, распределений и т.д.; 4) *функциональные модели* – знаковые описания процессов, действий, преобразований в виде функций, алгоритмов, технологий.

Структурно-параметрические и реляционные модели составляют *дескриптивную*, декларативную форму знаний и их смыслов, которые при решении задач предметной области превращаются в описания действий, функции, алгоритмы – в *конструктивную*, процедурную форму знаний, которая в педагогике называется *умением* решать проблему: «знаю как». В результате упражнений, практического опыта умения переводятся из сознания в подсознание и становятся автоматизмами деятельности человека. Такие умения называются *навыками*. Знания, умения и навыки в современной терминологии в совокупности называются *компетенциями*.

Основным средством организации и структуризации знаний в какой-либо предметной области служат ее понятия, а также межпредметные понятия и типовые модели предметики: базовые классификации предметов – онтологии, терминосистема, тезаурус, глоссарий, семантическая сеть и т.д. Представление о *понятии* – результате понимания, осмысления субъектом изучаемой действительности, сформировались в логике и семиотике как установление соответствия между именем знака и его смыслом, известным либо вновь создаваемым в памяти субъекта. Например, незнакомое слово в заданном тексте приобретает для ученика в процессе учебы вполне определенный смысл.

Слово «понятие», как и слово «знак», в научных текстах приобрело исторически, по крайней мере, два смысла. В узком смысле понятие – это мысли субъекта о прообразе понятия, хранящиеся в его памяти, т.е. конт К (англ. *concept*) – набор моделей прообраза – дента. В широком смысле понятие – это его название, имя И и полный КАД-смысл. Далее мы используем понятие в широком смысле, поэтому формализация метапонятия (понятия о понятии) состоит в отождествлении метазнака (обозначение + значение) и понятия П = ИКАД как определенного фрагмента знаний субъекта и в последующей конкретизации метапонятия для человеческих и формализованных машинных понятий информационных систем и технологий. Понятие П есть заменитель этого фрагмента знаний в текстах, рассуждениях посредством задания имени И, обозначающего определенный класс предметов – *дент* Д, в котором знание П достоверно, а также определенный набор моделей, связей, свойств, признаков объектов этого класса – *конт* К и пространственно-временные адреса компонентов понятия П в различных пространствах – физическом, информационном, модельном.

Описания конта, дента и семиотического адреса содержат определяющие понятия для определяемого понятия П, а само оп-

ределение состоит из *именования* понятия, *контрирования* – формализации конта, *дентирования* – описания класса прообразов понятия и *адресации* предметов, их имен и моделей, прежде всего, в прагме языкового процесса. В логике дент называется объемом понятия, конт – его содержанием, а процедуры адресации выполняются логически мыслящим субъектом на интуитивном уровне. В информатике адресные связи приобретают явные формы. Понятие П очевидно применимо для описания каждого объекта из класса Д, поэтому в конкретных ситуациях переменные параметры, признаки и другие модели, входящие в конт К, принимают определенные значения для данного объекта и составляют фактическую информацию о проблемной ситуации. Следовательно, всякая учебная информация, характеризующая в знаковом процессе стоящую перед субъектом проблему, разделяется на *понятийные*, теоретические знания и *фактические*, эмпирические данные о конкретных объектах, примерах, образцах. Поэтому в учебном процессе предоставляют обучаемым и проверяют при тестировании как знания конкретных фактов, так и владение теоретическими понятиями предметной области.

Часто понятия имеют в текстах многозначную семантику и одному имени присваиваются в языковой среде два и более смысловых значений: $I \rightarrow \{K_1 A_1 D_1, K_2 A_2 D_2, \dots\}$. При формализации учебного материала полисемия в нем устраняется конвенцией, предварительным соглашением о смысле знаков либо уточняющим переименованием: $I_1 \rightarrow K_1 A_1 D_1, I_2 \rightarrow K_2 A_2 D_2, \dots$. Однозначно формализованные понятия называются *терминами* предметной области.

Представим учебную информацию дисциплины в виде линейного либо иерархически упорядоченного множества предложений. Каждое предложение выражает законченную мысль и состоит из слов естественного языка, понятий терминосистемы предметной области, формул, таблиц, рисунков и т.д. *Повествовательное* предложение

имеет смысл утверждения о свойствах объектов, связях, действиях, событиях либо их отсутствии – это фактическая информация, или же содержит определение, уточнения смысла термина – это понятийная информация. *Побудительное* предложение содержит требование, приказ, алгоритм действий, совет, просьбу, пожелание, предостережение. *Вопросительное* предложение выражает потребность получить информацию; скажем, тестовое задание формулируется в виде вопроса либо побуждения. *Восклицательное* предложение помимо мыслительной информации – утверждения, вопроса, побуждения – несет также эмоциональную семантику источника информации – лектора, экзаменатора, автора учебника, ученика. Такие конструкции нужны при построении *эмоциональных моделей* учебного процесса.

Одно или несколько (любое число) предложений, имеющих тематическое единство, составляют учебную *дозу знаний и умений* (ДЗУ) изучаемой дисциплины. Альтернативные термины: *дискрет* или *квант* знаний, *порция* учебной информации, учебный модуль. Близкие по смыслу к ДЗУ термины в педагогике – учебная единица, дидактический элемент – понятие, факт, закон, объект, класс, пример и т.п. Различают элементарные и составные ДЗУ (они включают более мелкие дозы учебного материала), минимальные, оптимальные, слишком большие дозы. Если доза приобретает заголовок (имя) и самостоятельное структурно-параметрическое и функциональное описание (КАД-семантику), то она становится понятием.

Учебный материал – лекция, учебное пособие, практикум, тест – посредством понятий и ДЗУ структурируется и представляется одной из структурных моделей: сетью плюсников (ДЗУ), иерархическим мультиграфом и т.д. Наиболее простая структурная модель дисциплины либо ее раздела – обыкновенный граф, вершинами которого служат ДЗУ, а ребрами – парные связи между дозами, определяемые в двоичной шкале – есть либо нет связи. В мультиграфе различают типы

бинарных связей ДЗУ, в гиперграфе – связи произвольной арности. Элементарные либо составные ДЗУ также описываются структурными моделями, простейшей из которых является семантическая сеть: вершинами сети служат понятия этой дозы, а ребрами – различные связи между понятиями.

Итак, выше мы уточнили семантику фундаментальных понятий научного языка, играющих ключевую роль в формализации процесса обучения: знак, метазнак, информация, знание, умение, понятие, ДЗУ. К ним следует добавить широко распространенный термин «данные» – это информация, представленная в известном формате, пригодном для хранения, машинной обработки, копирования, передачи по каналам связи. Представленные уточнения смыслов категорий информатики позволяют построить достаточно полные и адекватные модели педагогической деятельности, автоматизировать все более сложные виды действий, выполняемые преподавателями.

3. Модели процесса обучения

Основные задачи, которые решает педагог, сводятся к следующим: отбор, структурирование, проверка учебного материала, планирование учебных занятий (проведение занятий, управление учебным процессом), оценка результатов обучения. Формализация этих задач, построение моделей, алгоритмов, эффективных информационных технологий их решений представляют серьезные проблемы. В последнее время активно развиваются разные направления компьютеризации сферы образования и процессов обучения [4, 11–13]. Здесь рассматриваются некоторые из них.

В дидактическом аспекте наибольший интерес представляет построение моделей информационного общения источника и приемника синтаксической и семантической информации (попеременно учителя и ученика), восприятия, образования взаимопонимания, понимания и усвоения знаний и умений обучаемыми системами. Начнем с модели общения учителя

и ученика, в общем случае, модели диалога между двумя субъектами: $subj1 \rightleftharpoons subj2$ на языке общения, которым должны владеть полностью либо частично учитель и ученик. Очевидно, язык общения не совпадает с внутренним языком субъекта – его языком понимания (мышления и внутренней речи) и требуется перевод подходящим процессором в функциональной структуре субъекта с языка общения на внутренний язык и обратно. Информационная связь между субъектами осуществляется передачей сообщений – знаковых структур, по каналам связи: звуковым, визуальным, электронным и т.д. Простейшая информационная модель диалога двух людей, обменивающихся сообщениями, включает два внутренних языка понимания или мышления (*lingua mentalis*) L_1, L_2 и два внешних языка общения – L_{12}, L_{21} соответственно, в языковых средах мыслительных и лингвистических процессоров первого (L_1, L_{12}) и второго (L_2, L_{21}) субъекта диалога, а также модель двустороннего канала связи между субъектами.

В типовых педагогических ситуациях языки понимания L_{Π} и общения $L_{\text{ПС}}$ преподавателя со студентом предполагаются полностью сформированными и согласованными в прагме и парадигме, прежде всего, в терминосистеме дисциплины (лексике) и в семантике ДЗУ, а языки понимания $L_{\text{С}}$ и общения $L_{\text{СП}}$ студентов формируются в прагме и переносятся в парадигму при осмыслении поступивших доз учебного материала и общении с преподавателем. В очередном ДЗУ, полученном студентом от преподавателя либо изучаемом самостоятельно, обучаемый выделяет незнакомые термины, фрагменты изображений, формулы, неизвестные математические обозначения, непонятные сочетания знаковых структур. Эти виды незнания формально определяются как *семиотические переменные* прямых и обратных задач теоретической семиотики. Решая тем или иным способом эти задачи, студент устраняет полностью либо частично семиотические неопределенности и достигает некоторой

степени понимания дозы учебного материала.

В современной дидактике различают следующие уровни усвоения и понимания поступающей информации: *синтаксический* уровень – запоминание знаковых структур дозы знаний; *семантический* уровень – преобразование учебной информации в новые знания ученика, образование смыслов неизвестных знаков и превращение их в новые понятия обучаемого с однозначно определенными денотами, контами, адресами, построение связей с другими понятиями языка студента; *адеквативный* уровень – оценка достоверности и остаточной неопределенности новых знаний; *аксиорный* уровень – оценка важности, существенности, применимости, ценности новых знаний при решении различных задач предметной области; *трансформационный* уровень – перестройка системы знаний в свете нового понимания, абстрагирование, обобщение, идеализация, образование новых умений и навыков – компетенций. Моделирование этих весьма сложных информационных процессов в сознании студента в первом приближении можно ограничить упрощенными описаниями понятий, ДЗУ, компетенций и связей между ними применительно к проблемам тестирования знаний обучаемых.

Типовой (по возможности полный) *описатель* (дескриптор) *понятия* – термина Π включает в прагме и парадигме языка преподавателя следующую информацию: основные и дополнительные *имена* понятия Π – словесные, символные обозначения, машинный идентификатор и т.д.; *кластер* понятий, связанных с понятием Π , – синонимы, толеранты, ассоцианты, оппозиции понятию Π ; содержательное (ЕЯ) и формальное (семиотическое, математическое) *определения* понятия Π , его прямого Δ и косвенного K значений; *семиотическая адресация* компонентов понятия Π в парадигме и прагме языка, в проблемных ситуациях; *примеры*, применения понятия Π , образцы текстов, в которых оно встречается; *история* понятия – генезис и трансформация смысла Π со временем.

Типовой *описатель дозы* учебной информации содержит следующие характеристики ДЗУ: *тип дозы* знаний – фактические или понятийные либо те и другие знания; *структура* ДЗУ – последовательность предложений либо иерархическая конструкция, включающая ДЗУ низших иерархических уровней дисциплины; *виды семантик* учебного материала; *параметры* ДЗУ: объем информации, сложность учебного материала, трудность усвоения, вес – ценность, важность знаний и др.; *базовые понятия* в составе ДЗУ, необходимые для понимания данного текста, вводимые в других, предшествующих дозах, а также *новые*, вновь вводимые понятия (для понятийных ДЗУ); в работе [14] базовые и новые понятия учебного модуля названы как входные и выходные понятия; *базовые* ДЗУ, предшествующие данному, которые содержат сведения, необходимые для понимания нового материала. Семантическая сеть ДЗУ учебной дисциплины описывает ее структуру и должна учитывать не только зависимости и связи доз по базовым понятиям, но и по фактическим и теоретическим знаниям, необходимым для восприятия учебной информации.

Компетенции, в отличие от ДЗУ, определяют совокупность требований к результатам учебного процесса. В общепринятом употреблении слово «компетенция» обозначает круг полномочий и вопросов, которые разрешает обладатель знаний и опыта; в педагогике – это знания, умения, навыки, приобретенные обучаемым в определенной сфере деятельности, совокупность правильно и эффективно выполняемых функций, действий в проблемных ситуациях. Иными словами, компетенция – это способность решать вполне определенный класс проблем предметной области. При формализации этого сложного понятия воспользуемся терминами и моделями проблемологии [6].

Опытный специалист, который в полной мере владеет соответствующей компетенцией при решении возникшей проблемы, знает, какие методы, средства и ресурсы привлекают в подобных ситуаци-

ях, какая необходима информация и уровень ее достоверности; умеет анализировать проблему, разбивать ее на задачи, подзадачи, метазадачи, аналогоподобные задачи, формулировать их постановки, определять цели и критерии; выбирать или синтезировать алгоритмы, технологии их решений, управлять процессом решения и оценивать качество промежуточных и окончательных результатов.

В проблемологии формализуются эти понятия, определяются четыре типа прямых и обратных информационных задач, которые решает специалист в своей практической деятельности: *целеполагание*, построение графа целей проблемы и критериев их достижения; *исследование* проблемы, теоретическое, информационное моделирование и эксперимент; *планирование* действий, *проектирование* целевых объектов и средств достижения целей; *управление* реализацией планов и проектов. Успешное решение специалистом этих задач характеризует его *полную компетентность* в данной проблеме.

В учебных процессах определяют *уровни компетентности* обучаемых в заданном классе проблемных ситуаций: *владение* понятиями и необходимыми знаниями о предметной области и решаемой проблеме; умение *решить поставленную задачу* по заданному алгоритму и обосновать правильность результатов; умение *решать* задачи из *определенного класса* проблем по заданным алгоритмам; умение *выбирать* из множества известных алгоритмов или *синтезировать* неизвестный алгоритм решения задачи и реализовать его; построить *метаалгоритм*, т.е. алгоритм, который порождает требуемый алгоритм для решения задачи; умение *сформулировать* постановку задачи – данного этапа решаемой проблемы, определить исходные данные, цели и критерии успешности решения, внести коррективы в известную постановку, которые обеспечат достижение поставленных целей; *изменить семантику* понятий проблемы – обобщить, конкретизировать, идеализировать в соответствии с применяемыми

методами решения; проявить *креативность*, творческие способности при решении проблемы, предложить оригинальный подход в решении задач.

Типовой *описатель компетенции* включает следующие данные: *сфера деятельности*, перечень проблемных ситуаций компетенции; *список понятий* и ДЗУ предметной области, которыми предварительно должен владеть обучаемый; перечень *осваиваемых умений*: выполняемых функций, алгоритмов, методов решений, новых мыслительных операций; требуемый уровень компетентности.

Используя описатели – формализованные дескрипции *понятий, доз знаний и умений, компетенций*, преподаватель определяет возможные траектории усвоения учебного материала дисциплины, ее разделов либо рекомендации при самостоятельной работе студентов. Функциональная модель процесса обучения может быть представлена графом инверсий *ГABCDES*: модель генерации *Г* выдает студентам очередную порцию *и* учебной информации, которую они воспринимают сенсорами *А* для запоминания и преобразуют рефорами *В* в новые, возможно, неполные и искаженные знания \hat{x} . Целевой оператор *С* выделяет в ДЗУ истинные (эталонные) новые знания *x*, которые при текущем контроле преподавателем и самоконтроле понимания студентом сравниваются с фактическими знаниями \hat{x} студентов. Адекватор *D* формирует меру соответствия *x* и \hat{x} или расхождения Δ , которая служит основанием для коррекции процесса обучения эффектором *E* в канале обратной связи по конкретному ДЗУ либо по разделу или по всей дисциплине, используя среднее значение расхождения $\Delta_s = S\{\Delta\}$, вычисляемого оператором связывания *S*. Эта же функциональная модель описывает процедуру текущего либо итогового тестирования.

4. Исследования знаний обучаемых. Модели тестов и процессов тестирования

Наряду с традиционными методами контроля уровня подготовки обучаемых всё большую роль игра-

ют методы тестирования, которые имеют большие перспективы, а в современном состоянии и большие изъяны: недостаточно высокая точность, достоверность, чувствительность (дифференцирующая способность результатов тестирования), недостаточная глубина анализа знаний обучаемых, большая трудоемкость разработки высококачественных тестов. В педагогическом процессе различают входной, текущий, рубежный, итоговый контроль знаний, оценку остаточных знаний после завершения процесса обучения. Первые три типа контроля решают задачи педагогической диагностики и доучивания студентов, в общем случае каждый вид педагогического исследования преследует одну, а чаще несколько целей, которые формализуются моделью целевого оператора *С* в граф-схеме *ГABCDES*.

Цели педагогических исследований и решаемые задачи включают: оценку уровня и качества знаний, умений, навыков по разделам и дисциплине в целом; оценку способностей, уровня интеллекта, креативности студента; ранжирование, дифференциация студентов по знаниям и способностям; воспитание, повышение мотивации, желания учиться; прогнозирование успешности будущей профессиональной деятельности, профориентация обучаемых. В зависимости от целей тестирования формируется набор тестовых заданий, измеряемых параметров процесса тестирования, алгоритмы обработки результатов педагогических измерений.

Функциональная модель технологии тестирования в абстрактном представлении совпадает с рассмотренной выше моделью обучения, однако имеет иную семантику операторов *ГABCDES* и входных/выходных объектов $иux\hat{x}\Delta_s$ этих операторов. Модель генерации *Г* порождает очередное тестовое задание – текст *и* либо выбирает его из банка заданий. Целевой оператор *С* формирует эталонный ответ *x*. Студент воспринимает своими сенсорами *А* текст задания *и*, выделяет в нем рефором *В*₁ известные по накопленным знаниям *J* компоненты *у* (слова, формулы, рисун-

ки), наделяя их соответствующей семантикой, определяет неизвестные и способы их нахождения реформой B_2 . При этом могут возникать синтаксические и семантические ошибки, контролируемые реформой B_3 , тогда составной реформой $B = B_1 B_2 B_3$, в результате формирует ответ \hat{x} . Адеквататор D тестовой системы (преподавателя) сравнивает решение \hat{x} с эталоном x и получает оценку достоверности или расхождения по конкретному тестовому заданию, а оператор связывания S вычисляет среднюю оценку ошибки $\Delta_s = S\{\Delta\}$ и итоговую оценку правильности решений заданий по всему тесту.

Оценки достоверности решений обучаемого для многоцелевых (гетерогенных) тестов вычисляются по отдельным группам тестовых заданий, определяются затраты времени на выполнение каждого задания, группы заданий и теста в целом, оцениваются другие свойства процесса решения, которые позволяют измерить технология тестирования. Результаты измерений и вычислений обрабатывают программные модули реформы B тестовой системы по каждому целевому параметру эталонного вектора x совместно с априорной информацией педагогической ситуации.

Основными компонентами априорной информации о проблемной информации тестирования служат: исходные модели знаний и умений обучаемых, модели существенных факторов, влияющих на результаты тестирования и, очевидно, модели предметной области или ее фрагментов. Модель обучаемого в аспекте тестирования включает информацию о характеристиках памяти, ума, поведения, накопленных знаний и умений. Состав этой информации зависит от целей и решаемых задач тестирования. В простейших ситуациях она ограничивается экспертной оценкой готовности и заинтересованности обучаемого к освоению дисциплины или данными об успеваемости по предшествующим родственным дисциплинам.

Факторы, влияющие на достоверность результатов педагогических исследований знаний испыту-

емых, разделяются на два класса, соответствующих этапам измерения компетенций и обработки полученных данных. На результаты измерения влияют: репрезентативность теста учебному материалу дисциплины; качество формулировок и содержания тестовых заданий; последовательность предлагаемых доз знаний; соблюдение правил проведения тестирования; физическое и психологическое состояние испытуемых, окружающая обстановка.

Нарушение репрезентативности множества включенных в тест заданий – *непредставительность* теста, ведет к ошибкам в анализе полноты и качества усвоения знаний, не обеспеченных контролем. Субъективные оценки представительности теста выполняются экспертами. Объективные методы оценки репрезентативности, учитывающие зависимости между контролируруемыми и неконтролируемыми ДЗУ, между тестовыми заданиями, судя по публикациям, находятся в начальной стадии разработки. Простейшей оценкой репрезентативности теста является отношение объема информации ДЗУ, контролируемых тестом, к общему объему учебного материала.

Неудачные формулировки тестовых заданий, наличие в них синтаксических и семантических ошибок и неопределенностей, ошибки в эталонных ответах выявляются на этапе «прогона теста» с учетом мнений студентов и оцениваются экспертами. Объективные оценки качества заданий остаются пока проблематичными. Последовательности представления заданий испытуемым определяется целями тестирования. При итоговом контроле порядок заданий обычно соответствует логической последовательности изложения учебного материала. Изменение этого порядка при оценивании прочности знаний порождает у студентов психологический дискомфорт и дополнительные случайные ошибки в ответах.

Нарушение правил технологии тестирования обучаемыми и преподавателями, заинтересованными в высоких оценках (списывание, подсказки, подмена испытуемых),

является одним из основных факторов, искажающих результаты тестирования. Уровень этих искажений оценивается по результатам предшествующих исследований, используя информацию об успеваемости испытуемых, о применяемых средствах контроля за проведением тестирования и т.д. Нарушения нормального физического и психологического состояния испытуемого и окружающей обстановки приводят к искажениям ответов, не соответствующих его действительным знаниям, умениям. Учет этих обстоятельств приводит к коррекциям технологии тестирования.

Укажем основные негативные факторы этапа обработки результатов педагогических измерений, которые снижают качество итоговых оценок тестирования: невысокое качество алгоритмов обработки фактических и априорных данных; ошибки оценок параметров процесса тестирования; ошибки в моделях обучаемых; неточности в назначении весов тестовых заданий, отражающих относительную важность, сложность, трудность их решений; неопределенности и ошибки задания граничных значений при переводе оценок из 100-балльной шкалы в 5-балльную экзаменационную шкалу либо 2-балльную зачетную шкалу (сдал / не сдал).

В тестологии вводится понятие *истинного балла* ученика – это идеал достоверности результата тестирования, к которому должны стремиться педагогические исследования. Пусть эталонные знания ДЗУ и знания обучаемого ДЗУ' по разделу либо дисциплине в целом характеризуются количественными (числовыми) либо качественными (классификационными, логическими) признаками. Введем функцию расстояния (метрику), которая количественно оценивает меру различия между эталоном и приобретенными знаниями ученика: $d(\text{ДЗУ}', \text{ДЗУ}) \geq 0$. Значение $d = 0$ характеризует полное совпадение значений признаков: $\text{ДЗУ}' = \text{ДЗУ}$, максимальное расстояние $d = d_{\max}$ означает предельную искаженность знаний и умений обучаемого, охарактеризованных этими признаками. Относительная мера

неполноты, искаженности знаний $\delta = d/d_{\max}$ принимает значения из единичного интервала $0 \leq \delta \leq 1$. Мера *точности*, полноты и достоверности приобретенных знаний $t = 1 - \delta$ лежит в том же интервале. Единичная шкала $[0, 1]$ оценок знаний и умений является унифицирующей для всех видов тестов и заданий: чтобы получить итоговую оценку по дисциплине, необходимо оценки всех типов тестовых заданий привести к единой шкале [5]. В этой же шкале оцениваются математические и субъективные вероятности случайного угадывания. Умножая меры точности и ошибок на 100, получаем оценки в процентах или в 100-балльной шкале: $\Delta = 100\delta$, $T = 100t$ – это *истинные баллы* обучаемого.

К сожалению, признаки знания обучаемого ДЗУ недоступны для непосредственных измерений и оцениваются косвенно процедурами тестирования. Кроме того, результаты измерений и их обработки искажены перечисленными выше влияющими факторами. Пусть $T = 100 - \Delta$ есть истинные баллы знаний испытуемого, известные, скажем, по результатам экспертизы либо информационного или математического моделирования, а $T' = 100 - \Delta'$ – их оценка в результате реального тестирования, уровень ошибок тестирования Δ_T в баллах есть разность между оцененными ошибками обучаемого $\hat{\Delta}$ и действительными ошибками: $\Delta_T = \hat{\Delta} - \Delta$. Иначе, $\hat{\Delta} = \Delta + \Delta_T$, следовательно, ошибки тестирования могут занижать, при $\Delta_T > 0$, либо завышать, при $\Delta_T < 0$, итоговую оценку знаний испытуемого: $\hat{T} = T - \Delta_T$.

Ошибка тестирования включает систематическую Δ_{T0} и случайную Δ_{T1} составляющие: $\Delta_T = \Delta_{T0} + \Delta_{T1}$. Они имеют разные источники и разные способы коррекции. Систематическая ошибка тестирования в основном порождается нарушением репрезентативности теста, недостаточным качеством тестовых заданий и алгоритмов обработки, ошибками в априорных данных. Случайная составляющая зависит от психологического состояния испытуемого, нарушений технологии тестирования и определяет уровень

воспроизводимости (повторяемости) результатов тестирования.

5. Автоматизированное проектирование тестов и технологии тестирования

Описанные выше модели объектов и процессов обучения и контроля приобретенных знаний позволяют перейти к созданию более совершенных средств тестирования и облегчить труд преподавателей при создании и использовании автоматизированных обучающих систем (АОС), в которые включаются подсистемы контроля знаний/умений. Ядром АОС по дисциплине служит электронный учебник преподавателя, пакеты программ и базы данных предметной области, которые подлежат дидактической адаптации к информационной технологии обучения и контроля знаний.

Традиционные методы разработки контрольно-измерительных материалов и реализации процедур тестирования, описанные во многих работах [2–4, 15], предъявляют весьма жесткие требования к тестам, тестовым заданиям, технологиям измерений, обработки, анализа полученных результатов и принятия окончательных решений по каждому студенту и группе студентов. Для автоматизированного проектирования средств контроля процесса обучения необходимо формализовать педагогические понятия, используемые в традиционных подходах на интуитивном (субъективном) уровне, обеспечить их принципиальную измеримость / вычислимость, оценить точность результатов, сформировать описатели тестового задания, теста и технологии тестирования.

Типовой *описатель тестового задания* содержит следующие сведения: проблемный *объект тестирования*; *тип* тестового задания; *шкала* измерения качества решения задания; *контролируемые* понятия и ДЗУ изучаемой дисциплины; *ожидаемое* и *фактическое* (среднее) *время* решения задания; *теоретическая сложность* задания; *фактическая* (статистическая) *трудность* решения задания; *дифференциал* задания, мера различимости студентов

по их способностям к решению задания; вероятность случайного *угадывания* правильного ответа; оценки качества *формулировок* в тексте задания; *веса* элементов задания, из которых формируется решение.

Перечисленные в описателе задания понятия имеют однозначную формализацию (см. например [2–5]), приведем здесь некоторые уточнения. Проблемные объекты исследования при тестировании – это понятийные и фактические знания обучаемого. При синтезе теста необходимо различать сложность задания и трудность его решения для испытуемого. Сложность есть объективная характеристика задачи, входящих в нее понятий, связей с другими понятиями и ДЗУ, шагов их преобразований при получении правильного ответа. Меры сложности задач представлены в [6], меры сложности сети понятий описаны в [14]. Трудность решения задания характеризует успешность действий и затраченные усилия испытуемых и зависит от их подготовки и сложности задания. Меры трудности строятся по субъективным сравнительным оценкам, полученным в результате опроса студентов, и мнениям экспертов или по объективным результатам тестирования, оцениваемым в двоичной шкале (1 – решил, 0 – не решил) либо в числовой шкале точности/погрешности $[0, 1]$, отражающей частичность, неполноту ответа.

Эмпирическая трудность в двоичной шкале оценок $P_0 = \frac{N_0}{N_c}$, эмпирическая *легкость* задания

$P_1 = \frac{N_1}{N_c} = 1 - P_0$, где N_1 и N_0 – число студентов, решивших и не решивших данное задание; $N_0 + N_1 = N_c$ – общее число студентов. Эмпирическая *легкость* задания, измеряемая в единичном числовом интервале оценок по точности t_i решения задания i -м студентом, есть

$P_1 = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} t_i$ – оценка вероятности решения задания; $P_0 = 1 - P_1$ – эмпирическая *трудность*, оценка вероятности не решить задание для студента из заданной группы. Последние формулы справедливы и для двоичных значений $t_i = 0$ либо $t_i = 1$.

По значениям трудности P_0 и легкости P_1 задания вычисляются его *дифферент* – дифференцирующая способность задания различать студентов по знаниям/умениям. Эмпирическая дисперсия двоичных значений точности t_i есть $\sigma = \sqrt{P_0 * P_1}$, дифферент задания является квадратным корнем из значения дисперсии: $\sigma = \sqrt{P_0 * P_1}$. Эта формула приближенно оценивает дифферент задания и при двоичных числовых оценках точности $t_i \in [0, 1]$. Более точная оценка дифферента задания выполняется по формуле:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{N_s} \sum_{i=1}^{N_c} t_i^2 - P_i^2}$$

Результаты эмпирических оценок трудности и дифферента объективно отражают свойства тестового задания, если выбранная группа студентов репрезентативна поставленным целям. Вероятности случайного угадывания для различных типов заданий определены в [5]. Простота и адекватность формулировок заданий, а также веса его альтернатив пока определяются экспертным путем.

Типовой *описатель теста* содержит следующую информацию: предметная область, контролируемая *дисциплина*; *тип* теста; *количество заданий* в тесте, количество заданий различных типов, для гетерогенного теста – число заданий, их номера для каждого измеряемого свойства; *репрезентативность* теста, полнота охвата контролем учебного материала; ожидаемое суммарное *среднее время* решения всех заданий теста и фактической время, затраченное испытуемыми по каждой цели тестирования; *веса* тестовых заданий для каждой цели тестирования; средневзвешенные сложность, трудность, дифферент теста для целевых групп заданий; *валидность* теста.

Тип теста определяется видом контроля знаний в процессе обучения, целями тестирования, измеряемыми свойствами компетенций обучаемых, соответствующей классификацией тестов на бумажные/компьютерные, гомогенные/гетерогенные и т.д. Средневзвешенные оценки количественного свойства теста x определяются по формуле

$$x = \frac{\sum_{j=1}^{N_s} w_j x_j}{\sum_{j=1}^{N_s} w_j}$$

где w_j – его вес, N_s – количество заданий, $1 \leq j \leq N_s$. Веса заданий в основном назначаются экспертами с учетом их сравнительной важности, сложности, трудности.

Понятие валидности, пришедшее из психологии, понимается педагогами по-разному. Приемлемая формализация смысла этого понятия состоит в следующем: *валидность* – это сводная, интегральная характеристика теста, означающая его теоретическую и практическую пригодность в предположении, что тест репрезентативен, соответствует целям тестирования, языковым нормам, доступен для испытуемых. Иногда к этим признакам добавляют субъективно оцениваемые свойства теста – его надежность, объективность, эффективность.

Технология тестирования, как правило, включает выполнение следующих этапов: разработка банка тестовых заданий по дисциплине; сбор априорных данных об условиях проведения тестирования, группах студентов, влияющих факторах, средствах обработки результатов решения заданий, средствах контроля процесса тестирования; разработка теста, оценка его свойств, пробная проверка, внесение корректив; составление инструкций для преподавателей и обучаемых, ознакомление с правилами проведения тестирования, тренинг; получение студентами заданий, их выполнение, контроль за соблюдением правил, исключающих нарушения правил и процедуры тестирования; обработка результатов тестовых измерений и априорных данных о процессах тестирования, выставление студентам итоговых оценок T_i в баллах, $1 \leq i \leq N_c$ – число студентов в группах.

При объективации педагогических исследований знаний испытуемых к этим этапам добавляют процедуру оценки точности/погрешности результатов тестирования: $\hat{T}_i = T_i + \Delta T_i$, где \hat{T}_i – известный испытуемому и педагогу результат тестирования, T_i – неизвестные истинные баллы, ΔT_i – погрешность тестирования. Из этой формулы следует, что $\Delta T_i = \hat{T}_i - T_i$. Ошибка тестирования ΔT_i может существенно завышать либо занижать

итоговую оценку \hat{T}_i по сравнению с истинным значением T_i , и в конечном итоге величина ΔT_i определяет информативность и действительную полезность технологии тестирования. Процедура получения оценки ΔT_i истинной величины погрешности ΔT_i основного процесса тестирования, называемая контрольной процедурой или *адеквативным процессом* [6], на порядок сложнее основного процесса получения оценки \hat{T}_i и также подвержена искажениям, прежде всего из-за ошибок априорной информации: $\Delta \hat{T}_i = \Delta T_i + \Delta \Delta T_i$. В левой части формулы стоит известный результат этой процедуры, а справа – неизвестная истинная погрешность результата тестирования ΔT_i плюс неизвестная погрешность этапа контроля процесса тестирования: $\Delta \Delta T_i$ – погрешность погрешности, равная разности баллов $\Delta \hat{T}_i - \Delta T_i$. Основное требование к адеквативному процессу (в данном случае – это контроль контроля знаний) и технологии тестирования в целом состоит в том, чтобы уровень ошибок контроля не превышал уровень ошибок основного процесса: $|\Delta \Delta T_i| < |\Delta T_i|$.

По априорной информации и контрольным проверкам процедуры измерений можно приближенно определить уровни систематической ΔT_{0i} и случайной ΔT_{1i} составляющих ошибки ΔT_i результатов тестирования. Знак случайной составляющей неизвестен, но можно оценить средний уровень влияния случайных факторов, порождающих невоспроизводимость результатов тестирования. Если достаточно точно известна систематическая составляющая погрешности результатов тестирования, то она должна учитываться в итоговых оценках тестирования: $\hat{T}'_i = \hat{T}_i - \Delta T_{0i}$ – исправленное значение итоговой оценки за счет некачественности теста и процесса тестирования.

Типовой *описатель технологии тестирования* содержит следующие данные: *дисциплина*, набор дисциплин, по которым проводится тестирование; *цели, решаемые задачи*, искомые параметры компетенций обучаемых; *набор тестов*, банков тестовых заданий по

учебному материалу либо их генерация тестовой подсистемой АОС; *нормативное время* на выполнение заданий испытуемыми; *средства защиты* технологии измерений от искажающих воздействий; необходимая *априорная информация* об испытуемых, влияющих факторах, качестве тестовых заданий, ожидаемых случайных и систематических ошибках итоговых оценок; необходимые *программные средства* обработки фактических и априорных данных о процессе тестирования и испытуемых; *время обработки* результатов измерений, априорной информации и *выдачи* окончательных оценок испытуемым.

Тестовая подсистема АОС реализует интерактивные (человеко-машинные) алгоритмы разработки тестовых заданий, тестов, технологии тестирования, используя описатели понятий, доз знаний и умений, компетенций, а также алгоритмы обработки результатов тестирования. Приведем перечень основных программных модулей тестовой

подсистемы в составе АОС и выполняемых ими функций: формирование описателей контролируемых понятий, ДЗУ, компетенций по данной дисциплине; построение семантических сетей дисциплины и всех ДЗУ; формирование описателей тестового задания, теста, технологии тестирования; вычисление сложности понятия, ДЗУ, тестового задания; оценка трудности/легкости тестовых заданий по матрице $\{T_{ij}\}$ результатов предваряющего тестирования размерностью $N_z \times N_c$, $1 \leq i \leq N_z$ – число заданий, $1 \leq j \leq N_c$ – число студентов; вычисление суммарного ожидаемого времени решения всех тестовых заданий; модуль генерации вариантов тестовых заданий по типовым шаблонам; формирование банка тестовых заданий; формирование индивидуального теста для каждого испытуемого; расчет репрезентативности теста по объемам ДЗУ; модуль формирования весов тестовых заданий; оценка погрешности/точности, достоверности решений

тестовых заданий различных типов; вычисление мер точности, неопределенности решений тестовых заданий в шкалах информационных логик; преобразование числовых значений результатов тестирования в 5-балльную шкалу итоговых оценок; коррекция модели понимания испытуемого по результатам тестирования.

Выводы

Для повышения точности и объективности теории и практики тестовых испытаний в данной работе предложены формализованные определения основных понятий и моделей тестологии, процессов исследования приобретенных знаний и компетенций. Построены базовые семиотические и математические модели изучаемой дисциплины, ее понятий, доз знаний и компетенций, тестов и процессов тестирования. Предложены средства автоматизированного проектирования тестов и технологии тестирования.

Список литературы

1. Равен Дж. Педагогическое тестирование: Проблемы, заблуждения, перспективы. – М.: Когито-Центр, 1999. – 144 с.
2. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учебное пособие. – М.: Логос, 2002.
3. Измерение и оценка качества образования / А.А. Глушенко и др. – М.: МПА-Пресс, 2003. – 237 с.
4. Технология создания адаптивных распределенных электронных ресурсов / М.Б. Гузаиров и др. – Уфа: УГАТУ, 2010. – 357 с.
5. Зверев Г.Н., Зверева Н.Н. К проблеме объективации педагогической диагностики и тестирования // Журнал «Открытое образование». – 2012. – № 5(99). – С. 83–92.
6. Зверев Г.Н. Теоретическая информатика и ее основания. В двух томах. – М.: Физматлит, Т.1, 2007. – 592 с.; Т. 2, 2009. – 576 с.
7. Scott, D., Suppes, P. Foundational aspects of theories of measurement // J. Symbolic Logic. – 1958. – № 23. – P. 113–128.
8. Суппес П., Зинес Дж., Льюс Р., Галантер Е. Психологические измерения. – М.: Мир, 1967. – 196 с.
9. Пфанцагель И. Теория измерений. – М.: Мир, 1976. – 248 с.
10. Зверев Г.Н. О термине «информация» и месте теоретической информатики в структуре современной науки // Журнал «Открытое образование». – 2010. – № 2 (79). – С. 48–62.
11. Official ADL SCORM overview. – URL: <http://www.adlnet.gov/scorm>.
12. Норенков И.П. Онтологические методы синтеза электронных учебных пособий // Журнал «Открытое образование». – 2010. – № 6(83). – С. 40–44.
13. Мальшев Н.Г. Общий подход к автоматизации проектирования электронного контента // Журнал «Открытое образование». 2012. – № 3(92). – С. 36–40.
14. Соколов Н.К., Карпенко А.П. Расширенная семантическая сеть обучающей системы и оценка ее сложности // Наука и образование: электронное науч.-техн. издание, 12.12.2008. – URL: <http://www.technomag.edu.ru/doc>.
15. Пучков А.П. Разработка банков тестовых заданий: методические рекомендации / А.П. Пучков, К.В. Брянкин, Н.В. Майстренко. – Тамбов: ТГТУ, 2009. – 64 с.

Оценка рукописей для их принятия в производство в издательстве

В статье описан анализ, постановка и решение задачи оценки рукописей с использованием разработанного программного комплекса поддержки принятия решений «УНИКУМ», реализующего новые методы принятия решений МУЛ и УНИКУМ. Для решения задачи прогнозирования оптимальных тиражей авторами разработана соответствующая методика.

Ключевые слова: прогнозирование, метод принятия решений, издательская деятельность.

EVALUATION OF MANUSCRIPTS FOR ADOPTION INTO PUBLISHING HOUSE PRODUCTION

This paper describes the analysis, formulation and solution of the problem of manuscripts evaluating with developed automated system "UNIQUE", which implements new decision-makings MUL and UNIQUE. To solve the problem of forecasting the optimal circulation authors developed corresponding technique.

Keywords: forecasting, decision-making method, publishing

Введение

Актуальной задачей в издательских домах является оценка рукописей редакторами и методистами с целью принятия их в производственный процесс. Среди множества рукописей необходимо выбрать только те, которые принесут выгоды издательству. Для этого необходимо учесть множество факторов, что является трудной задачей для человеческой системы обработки информации.

ООО «Издательство «Учитель» преимущественно занимается изданием учебно-методической литературы категории довузовского образования. Учитывая большой поток предложений авторов, различных учебных планов и программ, методических указаний и рекомендаций, вспомогательной литературы, а также ограниченный штат редакторов и методистов, разработка механизма оценки рукописей является актуальной задачей.

Исследуемый информационный объект: совокупность всех изданных и находящихся в продаже печатных и электронных пособий и совокупность всех предлагаемых для публикации материалов.

Характеристика исследуемого информационного объекта. На начало рассматриваемого периода (январь 2010 г.) было издано и находилось в продаже 2382 печатных и электронных пособия. Для каждого из пособий имеется набор статистических данных: дата поступления в продажу первого тиража и его объем, даты и объемы всех дополнительных тиражей, ежемесячный расход (начиная с января 2006 г.), УМК, длительность нахождения в продаже, среднемесячный и совокупный расход за последние 12 месяцев, остаток на складах на конец текущего периода. Распределение пособий по среднемесячному

расходу за 2009 год существенно отличалось от нормального распределения. Коэффициент вариации составляет 65%, что характеризует объект как неоднородную совокупность, «засоренную» нетипичными, выделяющимися из основной массы единицами. Распределение имеет ярко выраженную левостороннюю асимметрию $A_s = 5.53$ и слабо варьирующее по данному признаку «ядро» $E_x = 3.78$ (рис. 1).

Описание проблемы. За рассматриваемый период, при росте общего количества наименований в ассортименте издательства, наблюдалась тенденция к снижению общего объема продаж (рис. 2).



Рис. 1. Распределение пособий по среднемесячному расходу



Олейников Денис Петрович,
к.т.н., докторант кафедры САПРиПК
Тел.: 8 (903) 376-35-78
Эл. почта: denis.oleynikov@gmail.com;
Волгоградский государственный
технический университет
www.vstu.ru

Denis P. Oleynikov,
PhD., doctoral student of the CAD/CAE
Systems Department
Тел.: 8 (903) 376-35-78
E-mail: denis.oleynikov@gmail.com;
Volgograd State Technical University,
www.vstu.ru



Бутенко Людмила Николаевна,
д.х.н., профессор кафедры САПРиПК
Тел.: 8 (8442) 42-08-30
Эл. почта: butenko@land.ru;
Волгоградский государственный
технический университет
www.vstu.ru

Lyudmila N. Butenko,
Doctor of Chemistry, Professor of the
CAD/CAE Systems Department
Тел.: 8 (8442) 42-08-30
E-mail: butenko@land.ru;
Volgograd State Technical University,
www.vstu.ru

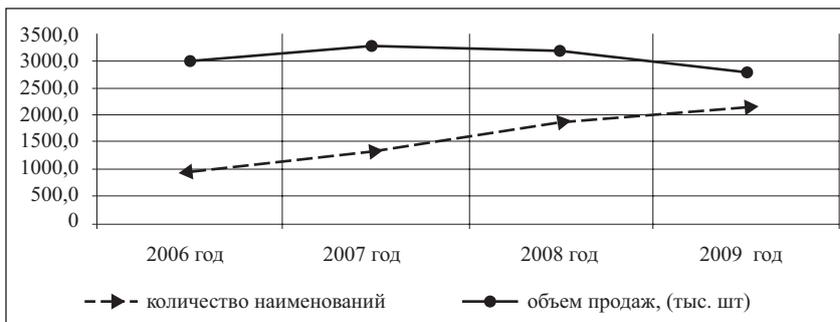


Рис. 2. Динамика количества наименований в ассортименте и общего объема продаж в 2006–2009 гг.

1. Теоретический анализ

Для выявления причин сложившейся динамики и способов ее преодоления был произведен подробный статистический анализ данных о ежемесячных продажах каждого из наименований за 2006–2009 года (48 периодов). Всю совокупность изданных пособий разделили на сегменты с низкой, средней и высокой ценностью по получаемой от реализации прибыли. Границы сегментов определены из объективно сложившихся условий производства (табл. 1).

Анализ статистических данных показал, что на конец 2009 года самая большая доля в ассортименте продукции издательства приходилась на пособия с низкой ценностью, спрос на которые не превышает 1000 штук в год, в то время как их доля в общем объеме продаж

была самая маленькая, что показано в табл. 2.

Доля каждого сегмента в ассортименте продукции и в общем объеме продаж показана в табл. 3.

Перед редакционно-издательским отделом была поставлена задача структурных изменений в планах выпуска на следующие года, целью которых являлось увеличение доли сегментов с высокой и средней ценностью.

Для достижения указанной цели потребовалось решить следующие задачи:

1. Выявить факторы, существенно влияющие на покупательский спрос.
2. Выяснить, какие наборы критериев характерны для пособий с высокой и средней ценностью для издательства.

Таблица 1

Выделенные сегменты изданных пособий

Сегмент	Объем продаж Q, (шт./год)	Средний уход в месяц q, (шт./мес.)
Высокая ценность	$Q > 2500$	$q > 208$
Средняя ценность	$1000 < Q \leq 2500$	$83 < q \leq 208$
Низкая ценность	$Q \leq 1000$	$q \leq 83$

Таблица 2

Распределение наименований и продаж по сегментам

Сегмент	Количество наименований	Объем продаж за последний год
Высокая ценность	290	955 161
Средняя ценность	792	1 155 123
Низкая ценность	1 300	588 978
Общий итог	2 382	2 699 262

Таблица 3

Доля сегмента в ассортименте и объеме продаж, %

Показатель \ Доля	Высокая	Средняя	Низкая
Ассортимент продукции	12	33	55
Объем продаж	35	43	22



Олейников Сергей Петрович,

к.т.н., начальник отдела

интернет-технологий

Тел.: 8 (8442) 91-88-16

Эл. почта: soleynikov@list.ru

ООО «Издательство «Учитель»

www.uchitel-izd.ru

Sergey P. Oleynikov,

PhD., chair of the Internet Technology

Department,

Tel.: 8 (8442) 91-88-16

E-mail: soleynikov@list.ru

Teacher Publishing LLC,

www.uchitel-izd.ru

Структура ассортимента выпущенной продукции

Сегмент (временной интервал/ценность)	Количество наименований	Объем продаж за последний год
$t < 12$	338	452 781
Высокая ценность	152	278 217
Средняя ценность	154	164 354
Низкая ценность	32	10 210
$12 < t < 24$	369	846 053
Высокая ценность	70	432 532
Средняя ценность	217	359 029
Низкая ценность	82	54 492
$t > 24$	1 675	1 400 428
Высокая ценность	68	244 412
Средняя ценность	421	631 740
Низкая ценность	1 186	524 276
Общий итог	2 382	2 699 262

3. Все предлагаемые для публикации материалы ранжировать по предполагаемому на них спросу, чтобы практически полностью исключить принятие в производство материалов, спрос на которые будет менее 1000 штук в год.

4. Для принятых в производство материалов оптимизировать тиражи таким образом, чтобы они реализовывались за период, не превышающий двух лет.

По данным статистики покупательский спрос зависит от длительности нахождения пособия в продаже: в течение первых месяцев спрос повышенный, в связи с тем, что происходят оптовые закупки новинок; после двух лет продаж спрос падает, в связи с ограниченным кругом потребителей данной продукции. При учете временных интервалов получили уточненную структуру ассортимента выпущенной продукции (табл. 4).

Для объективности производимых оценок в дальнейшем использовалась совокупность только тех пособий, которые находятся в продаже не менее года и не более двух лет ($12 < t < 24$).

2. Практическая часть

Первый этап решения задачи характеризовался следующими действиями: отбор критериев, существенно влияющих на покупательский спрос; обсуждение и согласование оценок критериев с редакционно-издательским, технологическим и экономическим отделами.

Были выделены следующие критерии с качественными оценками:

1. Актуальность – критерий, характеризующий насколько давно и успешно применяется в образовании данная форма деятельности: традиционный – используется достаточно давно и повсеместно; современный – появилась сравнительно недавно, но уже апробирована и рекомендована к применению; инновационный – вновь введенная в соответствии с требованиями времени и находящаяся в стадии апробации.
2. Обязательность – критерий характеризует, насколько обязательны данный вид документов в деятельности педагога: обязательные – нормативные и регламентирующие документы – должны быть в наличии у каждого и подвергаются проверкам и контролю; желательные – материалы, повышающие рейтинг педагога и необходимые при прохождении аттестации, участия в конкурсах и т.д.; избирательные – могут использоваться педагогом по желанию.
3. Конкуренция – критерий характеризует, насколько широко представлен выпуск таких материалов другими издательствами: низкая – кроме издательства «Учитель» больше никто не издает, или издает, но худшего качества; средняя – выпускают еще несколько издательств, примерно такого же качества; высокая – выпускаются изда-



Рис. 3. Структура задачи оценки рукописей

тельствами, имеющими гриф Министерства образования, с высоким качеством.

- Привязка к программе – критерий, характеризующий ориентацию материала на определенную программу или учебник: большой тираж: 50–150 тыс.; средний тираж: 20–50 тыс.; низкий тираж: менее 20 тыс.

Далее была определена структура задачи, представленная на рис. 3.

Структура задачи была введена в разработанный авторами программный комплекс поддержки принятия решений «УНИКУМ» (ПК ППР «УНИКУМ») [1]. ПК ППР «УНИКУМ» функционирует в следующих режимах:

- режим структурирования задачи принятия решений (ЗПР);
- режим опроса (выявления предпочтений) лица, принимающего решения (ЛПР);
- режим принятия решений.

В режиме структурирования ЛПР выделяет критерии, при этом формируя критериальные оценки, устанавливает зависимости между критериями. Оценки по критерию упорядочиваются по качеству. Зависимости между критериями имеют иерархический вид. Критерии более низкого уровня иерархии образуют группу, подчиненную главному критерию для данной группы. Критерии самого низкого уровня иерархии должны иметь критериальные оценки. Оценки критериев более высокого уровня иерархии не задаются, так как системой не учитываются. Критерии, входящие в одну группу, должны быть однотипными в плане наличия критериальных оценок. Допускается создание группы критериев, состоящей

из одного подчиненного критерия. В данном режиме задаются альтернативы, которым назначаются критериальные оценки. Результатом работы системы в этом режиме является иерархия подзадач принятия решений и набор альтернатив.

Опрос ЛПР происходит в форме «вопрос – ответ». ЛПР в качестве ответа выбирает один из трех предложенных вариантов. Система генерирует два типа вопросов: для сравнения критериев и для сравнения альтернатив, сгенерированных из критериальных оценок. Результатом выявления предпочтений является решающее правило для ранжирования полного множества альтернатив. При построении

решающего правила используется метод согласования кластеризованных ранжировок для учета противоречивых ответов ЛПР, которые могут возникнуть вследствие большой размерности группы критериев, содержащих критериальные оценки [2].

В режиме принятия решений производится отбор альтернатив, заданных в режиме структурирования ЗПР. Альтернативы упорядочиваются в соответствии с решающим правилом. ПК ППР реализует два разработанных метода принятия решений: иерархический метод упорядочения неоднородных критериев разной важности, учитывающий рассогласованность суждений ЛПР (УНИКУМ) и иерархический метод лексикографического упорядочения (МУЛ) [3]. В зависимости от выбранного метода результатом ранжирования является частичный или полный порядок альтернатив относительно каждого критерия, содержащего ему подчиненные критерии. Оценка степени доверия к ранжировкам, полученным в результате опроса эксперта, производится на основании значения коэффициента конкордации Кендалла.

Таблица 5

Критерии и оценки группы «Предполагаемый спрос»

Вес критерия	Критерий	Оценки	Вес оценки
0,3	Актуальность	Инновационный	0,11017
		Современный	0,07627
		Традиционный	0,00847
0,1	Конкуренция	Низкая	0,11017
		Средняя	0,07627
		Высокая	0,01695
0,4	Обязательность	Обязательный	0,11017
		Желательный	0,07627
		Избирательный	0,07627
0,2	Привязка к программе	Большой тираж	0,11017
		Средний тираж	0,07627
		Низкий тираж	0,07627
		Без привязки	0,07627

Таблица 6

Выборка пособий для оценки адекватности модели принятия решений

Сегмент (временной интервал/ценность)	Количество наименований	Доля сегмента в выборе, %	Количество отбираемых пособий
Высокая ценность	70	19	10
Средняя ценность	217	59	29
Низкая ценность	82	22	11
ВСЕГО	369	100%	50

Таблица 7

Ранжирование альтернатив ПК ППР «УНИКУМ» и по результатам статистики (фрагмент)

Код пособия	Объем продаж	r_x	r_y
2811	9328	1	1
3301	6952	2	6
317ш	4394	3	2
303ч	4008	4	3
90ч	3653	5	8
10ц	3403	6	14
С-137	3223	7	15
С-162	3170	8	16
С-179	2944	9	4
891	2761	10	9
...
3205	321	50	33

В результате использования ПК ППР «УНИКУМ» были вычислены веса критериев и оценок (табл. 5).

3. Проверка полученного решения

Для оценки адекватности разработанной модели принятия решений была произведена стратифицированная 14-процентная выборка [4] из генеральной совокупности пособий, находящихся в продаже от 12 до 24 месяцев (табл. 6).

Отбор производился случайным образом. Каждое из отобранных пособий рассматривалось как альтернатива в ПК ППР «УНИКУМ».

В соответствии с полученными оценками каждой альтернативе был присвоен вычисленный программой ранг r_y . Действительный ранг r_x присваивался каждой альтернативе в соответствии с реальными результатами продаж (табл. 7).

График распределения пособий по весовым интервалам, рассчитанным ПК ППР «УНИКУМ», представлен на рис. 4.

Показатели распределения следующие: средний вес одного пособия: 0,077; мода: 0,076; медиана: 0,076; среднее отклонение: 0,009; дисперсия: 0,00015; среднее квадратическое отклонение: 0,012; коэффициент вариации: 16%; асимметрия: 0,003; эксцесс: 0,311; средняя квадратическая ошибка коэффициента асимметрии: 0,327; средняя квадратическая ошибка эксцесса: 0,622; существенность асимметрии: 0,008; существенность эксцесса: 0,5. Что свидетельствует о близости данного распределения к нормальному.

В результате произведенных расчетов коэффициент корреляции рангов составил 0,84, что позволяет сделать вывод о достаточно тесной связи ранжировок, полученных программой, с реальными результатами продаж (рис. 5).

Правильная оценка потребительского спроса очень важна для определения оптимального тиража вновь издаваемого пособия. К уменьшению конечной прибыли приводят ошибки в прогнозах тиражей, как в большую, так и в меньшую сторону: нереализованные остатки, в случае если напечатанный тираж оказался значительно больше реализованного спроса – это прямой убыток издательства; частые дополнительные тиражи, в случае если спрос превышает первоначально выпущенный тираж, ведут к дополнительным расходам (дешевле, например, сделать один тираж в 10 тыс. экземпляров, чем два тиража по 5 тыс.).

Пороговые значения тиражей, при которых скачкообразно уменьшается себестоимость издающихся пособий, равны соответственно 2000 и 5000 экземпляров. Для практического применения прогноза важен не столько абсолютный вес альтернативы, сколько его соотношение с тем, в какой сегмент попадает предлагаемая рукопись. Для решения задачи прогнозирования оптимальных тиражей была разработана специальная методика. Методика состоит из следующих этапов.

1. Сегменту с высокой ценностью присваивается ранг, равный 1. К нему относятся все пособия с тиражом выше 5000 (объем годовых продаж не менее 2500).
2. Сегменту со средней ценностью присваивается ранг, равный 2. В этот сегмент попадают все пособия с тиражами от 2000 до 5000 (объем годовых продаж не менее 1000 и не более 2500).
3. Сегменту с низкой ценностью присваивается ранг, равный 3. К нему причисляем все пособия с тиражами менее 2000 (объем годовых продаж менее 1000).
4. Вес, соответствующий границам сегментов, определяется с помощью наиболее типичных пособий, имеющих соответственно годовые продажи в объеме 1000 экземпляров (для нижней границы сегмента со средней ценностью) и 2500 (для нижней границы сегмента с высокой ценностью).

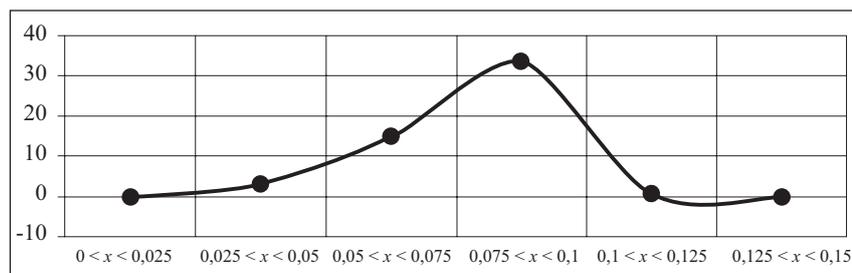


Рис. 4. Частота вхождения пособий в весовой интервал

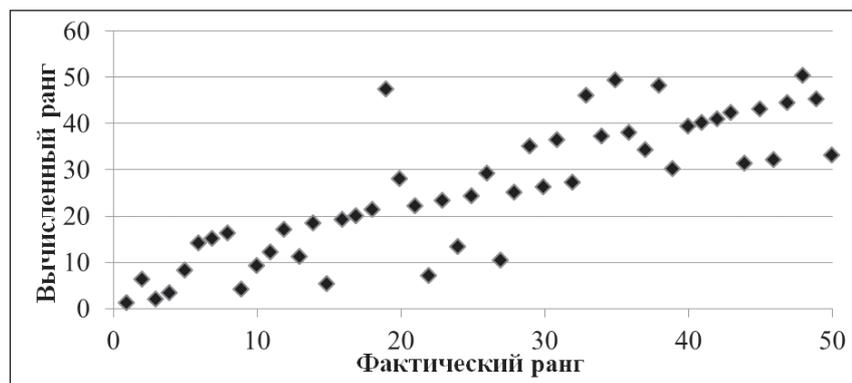


Рис. 5. Поле корреляции рангов

Таблица 8

Модель составления интервального прогноза

Тираж	Объем, экз./год	Сегмент	Ранг	Вес
5000	2500 < Q	Высокая ценность	1	0,0898
2000	1000 < Q < 2500	Средняя ценность	2	0,0703
0	Q < 1000	Низкая ценность	3	0,0000

Таблица 9

Отклонения от прогноза

Величина ошибки	Частота
-1	6
0	40
1	4
Общий итог	50

Таблица 10

Ранги для пособий (фрагмент)

Код пособия	Объем продаж, экз./год	Ценность сегмента	Фактический ранг	Вычисленный ранг	Ошибка прогноза
2811	9328	высокая	1	1	0
3301	6952	высокая	1	1	0
317ш	4394	высокая	1	1	0
303ч	4008	высокая	1	1	0
90ч	3653	высокая	1	1	0
10ц	3403	высокая	1	1	0
С-137	3223	высокая	1	1	0
С-162	3170	высокая	1	2	-1
...
3205	321	низкая	3	2	1

5. С помощью ПК ППР «УНИКУМ» на построенной модели принятия решений вычисляется вес каждой альтернативы. В данном примере для нижней границы сегмента со средней ценностью был получен вес,

равный 0,07034, для нижней границы сегмента с высокой ценностью – 0,08985.

6. Для всех пособий из контрольной выборки присваивается ранг на основе данных по сегменту и ранжировок, полученных ПК ППР.

Модель составления интервального прогноза приведена в табл. 8.

4. Результаты

В результате применения методики были получены следующие данные (табл. 9).

Для полученных данных варианты допущенных ошибок и их частота приводятся в табл. 10.

Выводы

1. Анализ разработанных моделей и методик показал их надежность и возможность применения в производственном процессе для оценки рукописей. Для анализа данных задачи применялись статистические методы в соответствии с [5].
2. Созданный программный комплекс представляет собой среду принятия решений, в которой можно решать задачи ранжирования, и реализует новые методы принятия решений.
3. Использование разработанного ПК ППР, реализующего новые методы принятия решений УНИКУМ и МУЛ, помогло разработать модель прогнозирования, коэффициент корреляции результатов которой составляет 84%, что свидетельствует о достаточно тесной связи ранжировок, полученных программой, с реальными результатами продаж.

Литература

1. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2012616831 от 31 июля 2012 г. РФ, МПК (нет). Программный комплекс поддержки принятия решений «Уникум» / С.П. Олейников, Л.Н. Бутенко, Д.П. Олейников; ВолгГТУ. – 2012.
2. Орлов А.И. Нечисловая статистика. – М.: МЗ-Пресс, 2004.
3. Олейников С.П. Системный синтез иерархических методов принятия решений. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2010. – 251 с.
4. Новиков С. Стратифицированная выборка в социологическом исследовании. Режим доступа: URL: <http://www.ecsocman.edu.ru/data/541/991/1219/07novikov-37-41.pdf>
5. ГОСТ Р ИСО 9000–2001. Режим доступа: URL: <http://vsegost.com/Catalog/67/6744.shtml>

Опыт привлечения студентов к значимым информационным проектам на примере разработки мультимедийного диска «Медное художественное литье XVI–XX вв. из собрания Национального музея Республики Коми»

В статье приведен пример привлечения студентов к выполнению значимых для Республики Коми информационных проектов, применения современных информационных технологий в культуре, в частности, при создании мультимедийных дисков. Описывается проект по созданию мультимедийного диска «Медное художественное литье: кресты, иконы, складни XVI–XX вв. из собрания Национального музея Республики Коми».

Ключевые слова: мультимедийный диск, информационные технологии, художественное литье, участие студентов в значимых информационных проектах, информационные проекты в области культуры и искусства.

EXPERIENCE IN STUDENT PARTICIPATION IN THE MEANINGFUL INFORMATION PROJECTS BY THE EXAMPLE OF DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA APPLICATION «COPPER ART MOLDING OF XVI–XX CENTURES FROM THE COLLECTION OF THE NATIONAL MUSEUM OF THE KOMI REPUBLIC»

The paper presents the example of student participation in the meaningful information projects in the Komi Republic, the information technologies applying in culture, in particular, the creation of multimedia applications for distribution on CDs or other digital carriers. The project of creation the multimedia application "Copper art molding: crosses, icons, folding XVI – XX centuries from the National Museum of the Komi Republic collection" is described.

Keywords: multimedia application, information technologies, art molding, student participation in meaningful information projects, information projects in culture and art.

*Уровень цивилизации зависит от науки и искусства.
(Анри Пуанкаре)*

Введение

В мае 2012 года завершился совместный проект Национального музея Республики Коми и Института точных наук и информационных технологий и факультета искусств (ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет»), при поддержке Сыктывкарского филиала банка ВТБ24 в лице управляющего М. Липатникова. Итогом

проекта является создание мультимедийного диска, предназначенного для ознакомления с коллекцией медного литья Национального музея Республики Коми.

Особенность этого проекта состояла в том, что это один из нескольких проектов по привлечению студентов, будущих IT-специалистов, к выполнению серьезных, значимых для региона информа-

ционных задач в области культуры и искусства. Такие проекты позволяют на практике применять получаемые знания, сталкиваться с реальными «жизненными» ситуациями при разработке программного обеспечения, накапливать опыт профессиональных коммуникаций, повышать у студентов «профессиональную уверенность в себе», заинтересовывать их, задавая не некоторые «абстрактные задачки», а важные для региона задания. Важным для студентов является осоз-



Александра Сергеевна Большакова,
студент кафедры
информационных систем
Тел.: 8 (8212) 25-51-79
Эл. почта: alek-bolshakova@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский
государственный университет»
<http://www.syktstu.ru>

Alexandra S. Bolshakova,
student, Department
of Information Systems
Тел.: 8 (8212) 25-51-79
E-mail: alek-bolshakova@yandex.ru
Syktyvkar State University, Syktyvkar
<http://www.syktstu.ru>



Игорь Михайлович Виноградов,
студент кафедры
информационных систем
Тел.: 8 (8212) 25-51-79
Эл. почта: i_vinogradov@hotmail.com
ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский
государственный университет»
<http://www.syktstu.ru>

Igor M. Vinogradov,
student, Department
of Information Systems
Тел.: 8 (8212) 25-51-79
E-mail: i_vinogradov@hotmail.com
Syktyvkar State University, Syktyvkar
<http://www.syktstu.ru>

вание возложенного доверия, вид конечного полезного программного продукта, сделанного своими руками. Кроме того, это имеет и огромное культурное значение.

Успешная реализация подобных задач – это отличная рекомендация и самим студентам и вузу для будущих работодателей. А налаживание контактов работодателей с учебными заведениями – это один из важнейших сегодня вопросов подготовки квалифицированных специалистов.

1. Новые информационные технологии в культуре и искусстве

Ввиду своей доступности, взрывного прогресса и интереса к ним со стороны практически всех категорий населения, информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) вошли уже практически во все сферы жизни человека. Не стала исключением сфера культуры и искусства. Такие качества, возможные при использовании ИКТ, как доступность, легкая трансформируемость и тиражируемость информации и, одно из самых важных, интерактивность, дают гигантские перспективы. В рамках данной статьи заострим внимание лишь на небольшой части возможных направлений применения ИКТ.

1. Перевод библиотечных фондов и музейных коллекций в электронный вид, создание медиатек.

2. Обеспечение доступа граждан практически из любой точки страны и мира к гигантским научным, культурно-историческим и иным коллекциям государственных библиотек и музеев при помощи сети Интернет.

3. Обеспечение информацией (фото, видео, аудио) о раритетных экземплярах (книгах, предметах и т.п.) и предоставление к ним доступа широкому кругу граждан. Сейчас возможно получить доступ не ко всем экспонатам ввиду их ценности и особого отношения (например, необходимости поддерживать специальные условия хранения и изучения для обеспечения сохранности – определенную температуру, влажность и т.п.).

4. Создание виртуальных филиалов музеев. Идеи, цель и концепции создания таких филиалов можно найти на ресурсе [1]. Такой филиал есть и среди интернет-ресурсов Республики Коми (<http://www.kgpi.ru/index.php/rus-muz>).

5. Ознакомление подрастающего поколения с историческими корнями и культурными ценностями посредством мультимедийных дисков, виртуальных интернет-музеев и экскурсий, а также специальных компьютерных игр для школьников младшего и среднего возраста. Примеры виртуальных экскурсий: виртуальные туры по музеям мира (Google совместно с ведущими музеями мира, включая Государственную Третьяковскую галерею и Эрмитаж) [2], 3D-тур по храму [3], экскурсия по ракетному крейсеру «Варяг» [4].

6. Современные возможности проведения видеоконференций, вебинаров и других трансляций через интернет позволяют организовывать интерактивные встречи с деятелями науки, культуры и искусства и вовлекать в них людей из самых разных регионов страны и мира.

7. Предоставление информационной поддержки культурно-массовым и иным мероприятиям, онлайн-трансляции.

8. Создание специальных мультимедийных дисков для специалистов. Именно к этому направлению относится рассматриваемый в данной статье проект.

2. О мультимедийном диске «Медное художественное литье: кресты, иконы, складни XVI–XX вв. из собрания Национального музея Республики Коми»

Начало формирования коллекции меднолитой пластики Национального музея Республики Коми относится к 1920-м гг. В основном она формировалась за счет передачи на хранение предметов частными лицами.

Памятники медного художественного литья – кресты, иконы и складни – это наиболее многочисленная группа русских христианских предметов старины, которые



Юрий Валентинович Гольчевский,
к.ф.-м.н., доцент кафедры
информационных систем
Тел.: 8 (8212) 25-51-79
Эл. почта: yurygol@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский
государственный университет»
<http://www.syktu.ru>

Yury V. Golchevskiy,
Candidate of Physical and Mathematical
Sciences, Associate Professor,
Department of Information Systems
Tel.: 8 (8212) 25-51-79
E-mail: yurygol@mail.ru
Syktyvkar State University, Syktyvkar
<http://www.syktu.ru>

отражают тысячелетнюю историю православия в России. Обладая определенными особенностями, такими как прочность, небольшие размеры, красота и относительная дешевизна, они пользовались спросом как предметы личного благочестия на всей территории нашей страны.

На территории Коми медное литье бытовало в среде русских и коми старообрядцев, проживающих в низовьях реки Вашки, верховьях реки Вычегды, на средней и верхней Печоре и Цильме. Литые предметы и поныне используются в различных обрядах: для освящения воды во время церковных праздников и при совершении крещения; распятие кладут в колыбель младенцу; складни, образа принято давать в приданое, при этом порой приходится, несмотря на существующий запрет, разбирать складни. Распятые и складни встречаются также среди убранства церквей. Так, например, в 1924 г. из храма Рождества Христова (село Дервянск) были привезены и переданы в музей литые кресты и иконы.

Внешний вид мультимедийного диска представлен на рис. 1. Диск включает изображения более 100 предметов меднолитой пластики, сгруппированных в три основных раздела. Вводные статьи к разделам раскрывают историю и бытование произведений, содержат описание коллекции. Прилагается обширный словарь специальных терминов и иконографических сюжетов и образов. Большая часть коллекции ранее никогда не публиковалась.

Главную цель создания самого диска можно сформулировать так – «дать пользователям возможность ознакомиться с экспонатами музея

во всех деталях и передать точные исторические сведения». То есть диск изначально рассматривался как публикация для специалистов и студентов и источник предоставления доступа к исторической коллекции всем желающим, включая школьников и любителей истории.

Критериями оценки качества предоставления информации в данном проекте, на наш взгляд, можно обозначить:

- доступность;
- систематичность и последовательность;
- структурированность материала;
- детализация материала;
- выбор надлежащей организации текста, удобочитаемость;
- доступный язык изложения материала;
- применение изобразительных и условно-графических средств, помогающих повысить зрительную наглядность и облегчить восприятие материала.

3. Процесс создания мультимедийного диска

Процесс создания мультимедийного диска включает следующие этапы (сразу сделаем маленькое замечание – здесь рассмотрены только этапы, непосредственно интересные с точки зрения статьи, например, не упоминаются мероприятия по «раскрутке» программного продукта и т.п.).

1. Переговоры с заказчиком, которые начинаются с получения заказа. Результатом этого этапа являются поставленные цели и задачи проекта, которые станут входными данными для следующего этапа. Привлечение к этому этапу студентов дает неоценимый практический



Рис. 1. Внешний вид диска

опыт профессиональных коммуникаций, умение понимать заказчика, трансформировать его не всегда четкие пожелания в четкие, понятные пункты технического задания. Но при этом оставляет и много пространства для творчества и возможности влиять на конечный результат (как это получилось у нас).

2. Выбор инструментария. На этом этапе происходит выбор средства, с помощью которого будет создаваться мультимедийный диск. Результатом этого этапа будет выбранный инструментарий, который станет механизмом для последующих этапов.

3. Подготовка необходимого мультимедийного контента для диска (тексты, фотографии, карты, дизайн обложки и т.п.) Своеобразной «трудностью» на данном этапе является убеждение студентов в необходимости разработки нескольких альтернативных вариантов, из которых заказчик может выбрать наиболее приемлемый.

4. Проектирование и реализация программной части. Это собственно этап непосредственного создания мультимедийного диска, где определяются архитектура будущей программы, интерфейс и необходимые программные модули, происходит кодирование. Результатом является программный продукт – мультимедийное приложение или мультимедийный диск.

5. Тестирование. Результатом этого этапа является выявление ошибок в работе разработанного программного обеспечения, в самом научном материале, тестирование удобства интерфейса и устранение найденных проблем, то есть происходит доработка проекта.

6. Подготовка необходимой сопроводительной документации (например, рекомендаций по внедрению и использованию продукта). Этот этап не очень любят студенты, как правило, оставляя его «на потом». Но именно на этом этапе создаются важнейшие документы, позволяющие адекватно использовать и развивать программное обеспечение, получать максимум от его возможностей. Умелое руководство работой студентов на этом этапе, на наш взгляд, имеет огромное значе-

ние для формирования высококвалифицированного специалиста.

7. Сдача проекта. Заказчику сдается готовый диск на тиражирование.

Известно, что исправление ошибок, допущенных на предыдущих этапах, обходится примерно в 10 раз дороже, чем на текущем. Поэтому наиболее критическими являются первые этапы проекта и крайне важно:

- четко сформулировать все возможные требования и пожелания к конечному продукту, для чего нужно проанализировать предметную область, проанализировать существующие аналогичные программные продукты, определиться с бюджетом проекта. Приведем простой пример – изменение на завершающих этапах работы требований о подготовке не DVD-диска, а CD-диска привело к необходимости переработки практически всего созданного графического материала и ухода от первоначальных требований, ставивших основным условием высочайшее качество фотографий, что на практике привело к дополнительной потере времени на разработку;
- провести грамотный анализ технологий, которые можно наиболее эффективно использовать.

Требования к продукту и использованные при реализации технологии

Исходя из построенной модели необходимого программного обеспечения и описанных выше критериев оценки качества предоставления информации, были выявлены следующие требования:

- представляемая на диске информация должна быть структурирована (разбита на разделы);
- каждый раздел должен быть связан с другими;
- должна обеспечиваться наглядность представления материалов и возможность увеличения и детального обзора мелких элементов и деталей экспонатов (для специалистов);
- навигация по материалу должна быть простой и интуитивно

понятной конечному пользователю, но в то же время привлекательной;

- должно выдерживаться единство дизайна для всех разделов;
- дизайн не должен отвлекать внимание от представленных предметов и описаний;
- должна обеспечиваться работоспособность программного обеспечения при использовании сенсорного экрана мультимедийного киоска (формата 4 × 3);
- эксплуатация диска не должна вызывать трудностей, таких как, например, установка дополнительных программ, систем управления базами данных и т.п.

Для реализации требований была выбрана технология Windows Presentation Foundation, язык программирования C#, среда разработки Visual Studio 2010.

Windows Presentation Foundation (WPF) предоставляет большие возможности по созданию насыщенных графикой приложений, кастомизации графических элементов управления и позволяет сократить время разработки приложения, поддерживает векторную отрисовку графических элементов, что являлось важным для проекта, так как требовалась поддержка различных разрешений экрана. WPF поддерживает аппаратное ускорение графики, что способствует «плавной работе» насыщенного графического интерфейса [5, 6]. В данном проекте большую роль играло визуальное оформление приложения, что требовало большой гибкости настройки визуальных компонент, что и позволяет легко осуществлять расширяемый язык разметки приложений XAML. Также для технологии WPF доступно большое количество сторонних библиотек, многие из которых распространяются под свободными лицензиями, позволяющими бесплатно использовать их, а также изменять и дорабатывать.

Логика программы разрабатывалась на языке C#, который реализует современные подходы к программированию, существенно упрощающие код программы. В процессе разработки приложения активно использовалось парадигма

функционального программирования, представленная в языке C# технологией linq.

Интерфейс и логика диска

Было создано несколько вариантов дизайна программы, но в итоге выбор остался за сдержанным строгим вариантом. В качестве фона был выбран черный цвет, так как он подчеркивает и выделяет медное литье, а также не отвлекает пользователя. Элементы дизайна были стилизованы под медное литье, а также для заголовков был использован шрифт, стилизованный под старорусский.

При запуске приложения появляется главная страница, с которой можно перейти в разные разделы коллекции и справочные материалы:

- разделы «Иконы», «Кресты», «Складни» содержат информацию о самих экспонатах коллекции музея;
- «О коллекции»: информации о коллекции, представленной на диске. Представлена краткая историческая справка и особенности коллекции;
- «Иконография»: собрана информация о святых, иконы которых представлены в коллекции, а также определения понятий, связанных с представленными иконами. Все определения организованы в алфавитный справочник, который оснащен поиском. Для доступа к интересующему понятию можно выбрать одну из страниц по алфавитной букве или воспользоваться поиском понятия;
- раздел «Словарь терминов» устроен по такому же принципу, что и «Иконография». В этом разделе представлены все сопутствующие термины, которые пользователь может встретить при изучении статей;
- в разделе «Список литературы» указаны источники, из которых бралась дополнительная справка о предметах, а также где можно более подробно узнать об интересующем нас вопросе;
- раздел «О проекте» содержит информацию о проекте, его цели и создателях.



Рис. 2. Главная страница и внешний вид программы

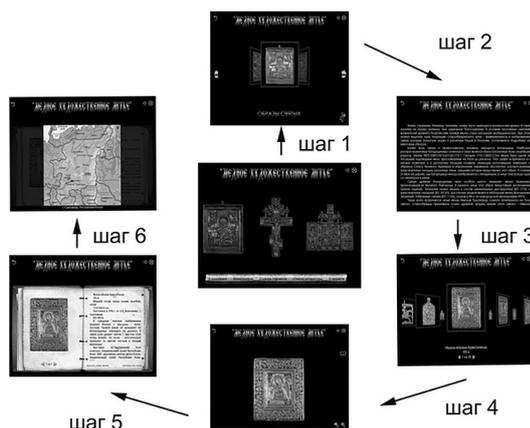


Рис. 3. Логическая схема работы с диском



Рис. 4. Выбор экспонатов на основе «карусели»

На главной странице (и на многих других) находятся системные кнопки – включение и регулировка звука и закрытие приложения (рис. 2).

Описать логику работы с диском можно с помощью рис. 3.

Шаг 1. С главной страницы осуществляется переход в главные разделы: «Иконы», «Кресты» и «Складни». Рассмотрим далее схему работы на примере раздела «Иконы». При переходе предоставляется возможность выбрать интересующую категорию, например, для икон – это «Образы Богоматери», «Образы Святых», «Образы Спаса».

Шаг 2. Далее пользователь может получить краткую историчес-

кую информацию о видах и особенностях икон.

Шаг 3. При выборе раздела (например, «Образы Святых») переходим на следующую страницу, где представлены предметы коллекции. Выбор осуществляется при помощи «карусели». Управление можно осуществить при помощи стрелок (в нижней части страницы) или мыши. Активной является та картинка, которая находится в центре экрана, а в нижней части экрана выводятся краткие каталожные данные о предмете (рис. 4). Решение об использовании такого, с одной стороны, простого, но с другой – красивого способа, как «карусель», было высоко оценено всеми пользователями, как при

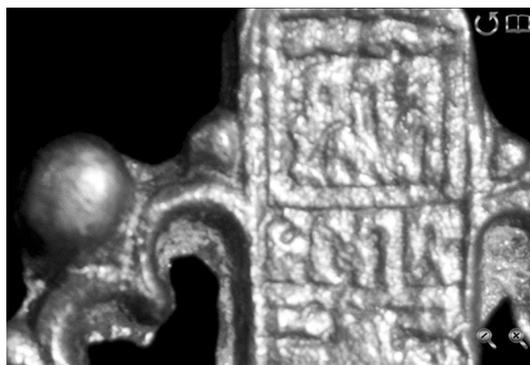


Рис. 5. Пример значительно увеличенного фрагмента обычного нательного креста

подготовке диска, так и пользователями конечного продукта, с которыми удалось пообщаться команде разработчиков.

Шаг 4. Щелкнув на один из предметов, попадаем в раздел, где можем осуществлять просмотр в режиме многократного приближения и/или удаления предмета, с помощью специальных кнопок или мыши. При наличии фотографии оборотной стороны осуществляется возможность ее просмотра нажатием. Возможность такого значительного увеличения являлась одним из главных первоначальных требований к продукту. Пример значительно увеличенного изображения обычного нательного креста, где видны все мельчайшие детали литья, приведен на рис. 5. Это сделано для возможности профессионального изучения экспонатов специалистами.

Шаг 5. При нажатии на специальную кнопку в виде книжки осуществляется переход в следующий раздел «О предмете». Здесь представлены миниатюрное изображение предмета, а также, если имеется, то и обратная сторона предмета, название предмета, датировка, размеры, каталожные данные, справочная информация о предмете и

место находки по Республике Коми (см. рис. 3). В случае если в описании пользователь встретит непонятное для него определение, он может со страницы описания перейти в «Словарь терминов» и найти необходимое пояснение, а потом вернуться обратно на то же место и продолжить изучение.

Шаг 6. Если пользователь заинтересуется местом находки предмета, то, после перехода по соответствующей ссылке, ему будет предоставлена информация о месте находки, а также карта с отмеченным местоположением.

На каждом этапе пользователь может вернуться на шаг назад. Таким образом, пользователь легко может получить всю интересующую его информацию об объекте исследования.

4. Особенности программной реализации

Изображения

Для реализации возможности увеличения фотографий экспонатов потребовались изображения высокого качества в большом разрешении. Особенность заключалась еще и в том, что некоторые предметы

имели весьма маленькие размеры, например, сохранившиеся фрагменты нательных крестиков. При фотографировании были опробованы разные материалы (ткани, бумага и другие) для фона. Изначально предполагалось, что фон не должен был давать бликов при фотографировании, должен быть однородным, без разводов или складок, и должен контрастировать с предметами. При сравнении выбор был сделан в пользу бархата. Однако при использовании вспышки оказалось, что на бархате отчетливо видны даже самые мелкие пылинки и подобные «мусорные» артефакты. Это потребовало дополнительных усилий на «чистку» изображений, причем автоматизировать данный процесс удалось лишь частично.

База данных

Одним из важнейших вопросов разработки был выбор технологии хранения данных. Наиболее важными критериями при выборе для нас были – легкая переносимость базы, нетребовательность к ресурсам компьютера и легкость в редактировании данных. Также необходимо было учитывать описанные выше требования к продукту.

Среди возможных вариантов хранения данных рассматривались SQL Server Compact Edition и использование текстовых файлов форматов XML или JSON (сравнение приведено в таблице). Именно эти форматы, на наш взгляд, актуальны для подобных проектов.

Следует заметить, что в процессе сравнения вариантов хранения данных учитывались следующие особенности текущего и подобных проектов:

Сравнение возможных вариантов хранения данных

Формат	Достоинства	Недостатки
SQL Server Compact Edition	<ul style="list-style-type: none"> Высокая надежность сохранности данных и наименьшая вероятность ошибки. Встроенные в IDE инструменты работы с базой. Наличие стандартных методов для работы с базой на используемой платформе. 	<ul style="list-style-type: none"> Необходимость использования специальных инструментов и наличия специальных навыков для изменения данных. Требует написания большего объема кода.
JSON	<ul style="list-style-type: none"> Возможность изменения данных без специальных навыков и инструментов. Стабильные и широко распространенные библиотеки для работы с данным форматом. 	<ul style="list-style-type: none"> Большое количество файлов, некорректное изменение или удаление одного из которых может вызвать ошибку в работе программы. Сравнительно сложный для пользователя синтаксис.
XML	<ul style="list-style-type: none"> Возможность изменения данных без специальных навыков и инструментов. Легко понятный человеку формат. Наличие стандартных методов для работы с данным форматом на используемой платформе. 	<ul style="list-style-type: none"> Большое количество файлов, некорректное изменение или удаление одного из которых может вызвать ошибку в работе программы.

- сравнительно небольшой объем данных;
- однотипность данных;
- использование данных только для чтения;
- возможность быстрого изменения данных в процессе разработки.

В результате сравнения был сделан вывод, что использование SQL Server Compact Edition будет избыточным, приведет к усложнению приложения, при этом большая часть возможностей базы не будет использована. Из двух схожих форматов XML и JSON был выбран наиболее простой для понимания и использования формат XML.

Таким образом, основной XML-файл, описывающий коллекцию предметов, имеет следующую весьма простую структуру:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<root>
<cat name="Имя_категории"
folder="директория_с_файлами">
  <item id="1">
    <name>Имя_объекта </name>
    <imgs>
      <img>1</img>
    </imgs>
    <dat>Место_находки </dat>
    <map>1</map>
    <discription>
      Описание_объекта
    </discription>
  </item>
</cat>
</root>
```

где cat – категория объектов с их месторасположением; item – объект с идентификатором; name – имя объекта; imgs – массив с изображениями объектов; img – ссылка на изображение в директории с файлами; dat – датировка и место

находки; map – ссылка на карту; description – описание объекта.

Такая структура может быть пригодной для любых подобных проектов.

Использованные библиотеки

Для реализации в приложении трехмерных графических интерфейсов и «Карусели» была использована библиотека FluidKit. Данная библиотека является открытым продуктом и разрабатывается FluidKit-сообществом. FluidKit распространяется бесплатно по лицензии New BSD, которая позволяет модифицировать и использовать библиотеку. Исходный код библиотеки доступен на хостинге проектов с открытым исходным кодом CodePlex (<http://fluidkit.codeplex.com>).

Библиотека FluidKit содержит множество различных элементов управления и инструментов для разработки на платформе Windows Presentation Foundation. Для разработки данного проекта мы использовали элемент управления ElementFlow, позволяющий представлять дочерние элементы в различных трехмерных видах.

На момент разработки диска режим отображения «Cover Flow» элемента ElementFlow находился на стадии бета-тестирования и для реализации необходимого функционала и внешнего вида потребовалась некоторая доработка. Также был доработан режим отображения «Карусель», для достижения необходимого вида списка экспонатов. Изменения, внесенные в библиотеку, являлись достаточно узконаправленными и рассчитанными лишь на данный проект, поэтому

доработки не были предложены для добавления в библиотеку.

Заключение

Итогом всей работы является достижение основной цели – создание мультимедийного диска, где главную работу по программной реализации выполнили студенты университета. Разработанное программное обеспечение представлено широкой общественности, получило положительные отзывы, активно используется в просветительском процессе для ознакомления школьников, студентов, научных специалистов и других заинтересованных лиц с коллекцией.

На основе разработок, выполненных в ходе реализации проекта, возможно создание и других подобных работ.

На взгляд организаторов и участников проекта, огромный положительный опыт получили все. Кроме того, решено продолжить такого рода проекты. Сейчас проводится разработка и создание второго диска, ориентированного на младших школьников, которые в игровой форме будут знакомиться с бытом населения Коми края в XI–XIV веках. В этом новом проекте основная роль в программной разработке вновь отводится студентам кафедры информационных систем Сыктывкарского государственного университета. Более того, на них возложена часть работ по планированию дизайна и сценария диска.

Такие совместные проекты, на наш взгляд, обязательно требуются продолжать и реализовывать опыт в других регионах Российской Федерации.

Литература

1. Портал проекта «Русский музей: виртуальный филиал» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.virtualrm.spb.ru/ru/> (дата обращения: 15.12.2012).
2. Art Project (Powered by Google) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.googleartproject.com/> (дата обращения: 20.01.2013).
3. 3D-тур по храму святых апостолов Петра и Павла у Яузских ворот, г. Москва [Электронный ресурс]. – URL: <http://3dpanorama.ru/underground/church-vt/tour.html> (дата обращения: 20.01.2013).
4. Экскурсия по флагману Тихоокеанского флота, ракетному крейсеру «Варяг» [Электронный ресурс]. – URL: <http://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/museums/varyag.htm> (дата обращения: 20.01.2013).
5. *Stoecker, Matthew A.* MCTS Self-Paced Training Kit (Exam 70-511): Windows Application Development with Microsoft .NET 4. – MCTS Self-Paced Training Kit. – Microsoft Press, 2011. – 633 p.
6. *Шамшев Ан.Б.* Основы проектирования интерфейсов с использованием технологии Windows Presentation Foundation: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2012. – 164 с.

Анализ внедрения модели «1 ученик : 1 компьютер»: исследование опыта работы в школах Москвы и Нижегородской области*

Внедрение в российские школы модели «1 ученик : 1 компьютер» является одной из ключевых стратегий модернизации российского образования [1]. Данное исследование изучает и анализирует пути использования мобильных устройств в школах на ежедневной основе, на примере 2-х российских школ. А также определяет основные направления в изменении учебного процесса при использовании электронных информационных ресурсов и технологий.

Ключевые слова: модель «1 ученик : 1 компьютер», мобильные устройства, общеобразовательная школа, информационные технологии.

HIGHLIGHTING CHANGES IN TWO RUSSIAN SCHOOLS WITH SUCCESSFUL ONE-TO-ONE LAPTOP PROGRAMS: MOSCOW AND NIZHNY NOVGOROD CASE STUDIES

One-to-one educational model of mobile learning at school is essential part of Innovative education reform and modernization of Russian educational system [1]. This study provides analysis of integrating technology in Russian schools by taking a close look at how laptops were used in the classrooms on a daily basis. And how the laptops and information resources had become a daily part of learning in the classroom that in turn supported changes in the overall learning.

Keywords: one-to-one laptop program, laptops, comprehensive school, information technologies.

Предмет исследования

Успешное внедрение компьютерных технологий на Западе, как правило, базируется на исследовании способов использования их учителями на уроках. Однако то, как мобильные устройства на базе технологий Intel® используются в школах России и СНГ, все еще недостаточно изучено. В апреле 2012 г. специалисты Центра «Дети и технологии» при Центре развития образования (ЕДЦ|ССТ) провели полевое исследование по использованию мобильных устройств в школах Москвы и Нижегородской области. В ходе исследования было выявлено, что технической базой обеих школ при этом являются классные комплекты Intel® Classmate PC, интерактивные мультимедийные доски или проекторы, беспроводные сети и системы дистанционного обучения.

1. Образовательные программы Intel в России и СНГ

На протяжении многих лет Intel® занимается разработкой образовательных программ, направленных на освоение ИКТ учителями и школьниками и модернизацию образовательных систем во всем мире [3]. В наблюдаемых нами школах учителя повышают свою квалификацию с помощью программы Intel® «Обучение для будущего» Основного курса и курса «Введение в информационные и образовательные технологии XXI века», что помогает им освоить современные ИКТ и инновационные педагогические методы. В этих школах также активно используется программа Intel® «Путь к успеху» для учащихся, направленная на освоение

учащимися ИКТ в ходе проектной деятельности. Другим крупным образовательным проектом Intel в России является портал «Образовательная Галактика Intel», предоставляющий широкий спектр образовательных ресурсов учительскому сообществу. На «Образовательной Галактике Intel» проводятся конкурсы, размещаются учебные курсы, осуществляется профессиональная поддержка русскоязычных учителей с помощью материалов и методик по использованию ИКТ в учебном процессе.

Кроме того, Intel® разработал доступные учебные мобильные устройства, которые сейчас производятся в России. В обеих школах, в которых проводилось наше исследование, Intel Classmate PC используются как в начальной школе, так и в средних и старших классах.

* Грант на проведение данного исследования был предоставлен корпорацией Intel®, США 2012



Д-р Дэниэл Лайт,
 ученый-исследователь
 Тел. +1 (212) 807-4223
 Эл. почта: dlight@edc.org
 Центр развития образования,
 Вашингтон, США
<http://cct.edc.org/>

Dr. Daniel Light,
 research scientist
 Тел. +1 (212) 807-4223
 E-mail: dlight@edc.org
 Center for Children and Technology,
 Education Development Center, Inc.
<http://cct.edc.org/>



Элизабет Пирсон
 исследователь
 Тел. +1 (212) 807-4224
 Эл. почта: epierson@edc.org
 Центр развития образования,
 Вашингтон, США
<http://cct.edc.org/>

Elizabeth Pierson
 researcher
 Тел. +1 (212) 807-4224
 E-mail: epierson@edc.org
 Center for Children and Technology,
 Education Development Center, Inc.
<http://cct.edc.org/>

2. Методология исследования

Наше исследование использования ИКТ в российских школах основано на социокультурной теории обучения [4], с точки зрения которой ИКТ являются новым набором инструментов, которые заменяют или дополняют существовавшие ранее инструменты и методики. Учебные мобильные устройства могут как использоваться новыми способами, так и интегрироваться в традиционные образовательные методы. Перед учителями при этом стоит выбор – идти проверенным путем или искать новые способы преподавания с учётом новых инструментов. Эти новые инструменты могут как улучшить, так и затруднить процесс обучения; однако в любом случае учителям необходимо разобраться в том, как следует использовать ИКТ на уроках.

Исследование было проведено в ходе двухдневного посещения каждой из двух школ. В каждой школе мы проводили интервью с администрацией школы, учителями, родителями и учащимися. Наблюдения за ходом уроков велись как в очном режиме, так и через Skype. Кроме встреч со школьными учителями и администрацией мы также проинтервьюировали специалистов, реализующих образовательные программы, так или иначе связанные с инициативой Intel® по внедрению модели «1 ученик : 1 компьютер».

3. Школы

При проведении исследования мы стремились выбирать школы, представляющие различные социокультурные контексты. Первая школа находится в густонаселенном районе в центре Москвы, а вторая – в промышленном городе с населением в 50 000 человек, в Нижегородской области. Все школы Российской Федерации следуют федеральному образовательному стандарту, и поэтому содержание образования во всех школах одинаково, однако выбор того, как построен учебный процесс, остается за школой. В обеих школах мы наблюдали то, как учителя проводят комплексные и тщательно спланированные уроки, и то, как ИКТ интегрированы в учебный процесс.

В нашем исследовании подробно рассмотрены инфраструктурные решения в обеих школах, методы преподавания и результаты наблюдения за учащимися и их родителями.

Пример №1 Московская школа. Большая городская школа. Московская школа, в которой мы проводили исследование, является одной из лучших общеобразовательных школ в Москве. Директор школы рассказала нам о том, что известность школе принесла ее приверженность инновационным методам и программам, одной из которых является модель обучения «1 ученик : 1 компьютер», внедряемая в начальной школе и средних классах. Как и в большинстве российских школ, в московской школе обучаются дети с 1 по 11 классы. В школе очно обучаются 800 учащихся и еще 400 школьников учатся дистанционно. Педагогический коллектив насчитывает около 100 учителей, директора и ее заместителей. В школе есть кабинет информатики, кроме того, учителя имеют возможность вести уроки в модели «1 ученик : 1 компьютер».

Пример №2 Школа в Нижегородской области. Школа в небольшом индустриальном городе. Вторая школа, в которой мы проводили исследование, находится в небольшом индустриальном городе в часе езды от Нижнего Новгорода. По словам заведующего районным управлением образования, эта школа является одной из лучших в районе. В школе работает 52 учителя и обучается 900 школьников в классах с 1 по 11. Школа является «школой с углубленным преподаванием отдельных предметов».

Все учащиеся школы живут неподалеку, таким образом школа является районным учебным учреждением. Один из учителей охарактеризовал контингент учащихся как «состоящих из самых разных семей – как состоятельных, так и малообеспеченных, как высоко-, так и малообразованных, как полных, так и неполных». Нижегородская школа – единственная в районе школа, в которой используется

модель «1 ученик : 1 компьютер», во всех остальных школах района учащиеся используют компьютеры в кабинете информатики. В других школах учителя используют ИКТ при планировании уроков, однако возможности использовать ИКТ дома у них, как правило, нет, также как и у их учащихся.

4. Результаты исследования

В ходе нашего исследования в Московской и Нижегородской школах мы наблюдали различные способы использования мобильных устройств и других ИКТ для того, чтобы мотивировать учащихся и сделать учебный процесс более инновационным и эффективным. Повсеместное использование компьютера и доступ к сетевым образовательным сервисам ведут к существенным изменениям в учебном процессе.

1. Увеличение объема самостоятельной исследовательской работы учащихся. Учителя отметили, что значимость самостоятельной исследовательской работы учащихся объясняется двумя причинами. Во-первых, она предполагает более активную роль учащихся, делая их более ответственными за результаты своего обучения.

Во-вторых, она позволяет учащимся осознать все многообразие информационных источников и открывающихся перед ними перспектив. Учащиеся должны уметь находить информацию и надлежащим способом использовать ее. Самостоятельная исследовательская деятельность позволяет учащимся максимально задействовать свои интересы и способы понимания изучаемых учебных тем, которыми они могут поделиться со своими учителями и одноклассниками. Увиденные нами презентации, созданные учащимися по результатам проведенной ими исследовательской работы, позволяли им рассказывать о проведенных исследованиях и обсуждать их.

2. Увеличение доли формирующего оценивания и самооценивания. Мобильные устройства, подключенные к среде дистанционного обучения Prometheus или с установленной на них LMS, позволили ис-

пользовать оценивание и самооценивание с помощью ИКТ на всех уроках, где они были доступны. Такое онлайн-оценивание позволило учащимся и учителям получать моментальную обратную связь по сильным и слабым сторонам своей учебной деятельности. Включение учителями формирующего оценивания и самооценивания в структуру уроков позволило включить в традиционный учебный процесс освоение школьниками навыков саморегуляции и управления собственным процессом обучения [5, 6]. После проведения формирующего оценивания, учителя обычно просили учащихся проанализировать результаты и подумать, что бы они могли сделать, чтобы улучшить свои результаты в следующий раз.

3. Увеличение уровня сотрудничества между учащимися. Использование мобильных устройств и доступ к беспроводным интернет-сетям позволяет учащимся работать сообща как в школе, так и дома. ИКТ дают возможность осуществлять коллективную проектную деятельность, делиться ее результатами и взаимодействовать в ходе этой работы. Даже когда учащимся приходилось работать в разноуровневых группах, эта деятельность доставляла им удовольствие. Вот как учитель, работающий в четвертом классе, описала замеченные ею изменения: «Использование компьютеров позволяет детям работать сообща. Если раньше школьники должны были сидеть рядами за партами, слушая учителя или, в лучшем случае, работать в парах, то сейчас они могут учиться где угодно и когда угодно. Программа Intel «Путь к Успеху» также предоставляет учащимся больше работать сообща над решением проблем и заниматься проектной деятельностью.»

Эти три компонента определяют направления изменений в учебном процессе.

1. Создание личностно ориентированной учебной среды. Новая роль исследователя, новые источники знания, обсуждение своей работы с одноклассниками позволяет каждому учащемуся по-

грузиться в ситуацию личностно ориентированного образования. Индивидуализации образования также способствует использование методик текущего оценивания, благодаря чему учителя могут осуществлять мониторинг за учебной деятельностью каждого учащегося. Учителя обеих школ указали, что осуществлению индивидуального подхода в значительной степени способствовало применение технологий электронного формирующего оценивания.

2. Изменение отношений между учителями и учащимися. Новые методы обучения, основанные на использовании ИКТ, позволяют учащимся освоить новые способы получения знаний. У них появляются дополнительные возможности делать собственный выбор. Учителя продолжают определять цели и структуру учебного процесса, но теперь им нет необходимости контролировать каждый шаг учащегося. Вот как учительница, работающая в четвертом классе, описала замеченные ею изменения: «Раньше, когда обучение происходило без компьютеров, единственным источником знаний был учитель. Сейчас учитель играет, скорее, роль фасилитатора, который помогает учащимся найти нужную информацию. Сам же информационный поиск учащиеся вполне могут осуществлять сами.»

3. Усиление связей между школой и сообществом. Важную роль в информировании родителей о том, как учится их ребенок, и в повышении эффективности связей между родителями и учителями играет электронный дневник. С точки зрения российских образовательных традиций связь между школой и сообществом очень важна. В обеих наблюдаемых нами школах ИКТ используются для осуществления этой связи. В частности, в московской школе связь между учителями и родителями осуществляется с помощью электронного дневника, электронной почты и sms. С помощью электронного дневника родители учащихся московской школы могут следить за успехами своего ребенка и помогать ему учиться еще лучше.

Выводы

Наше исследование направлено на изучение опыта двух российских школ, систематически использующих мобильные устройства в учебном процессе. Роль ИКТ наглядно прослеживается в таких компонентах учебного процесса, как мотивация учащихся, совместная деятельность, оценивание и взаимодействие с родителями. Это, в свою очередь, ведет к формированию более личностно ориентированной и гуманистической учебной среды.

Хотя обе школы разрабатывали собственные методы использования мобильных устройств в учебном процессе, в их работе просматриваются общие элементы. Прежде всего, обучение с ИКТ-поддержкой становится результатом продуман-

ных решений, принятых на школьном уровне. Обе школы пользуются внешними ресурсами и системами повышения квалификации. Однако сам учебный процесс зависит, прежде всего, от решений учителей и администрации. Процесс интеграции ИКТ должен быть тщательно спланирован, при этом администрации, проектирующей использование новых инструментов в учебный процесс, нужно работать в тесном взаимодействии с учителями. Именно от директора школы зависит то, как будет формироваться инновационная культура, и то, как учителя будут использовать новую технику на своих уроках. Кроме того, сами по себе мобильные устройства, в отрыве от других элементов школьной учебной среды, таких как мультимедийные

доски и системы дистанционного обучения, вряд ли будут очень эффективны. Ключевыми компонентами модели «1 ученик : 1 компьютер» в обеих школах являются учебные мобильные устройства, мультимедийные доски или проекторы, беспроводные сети и системы дистанционного обучения. Успешность использования каждой из этих технологий тесно связана с успешностью других. Экосистема этих инструментов, обеспеченная методиками, используемыми учителями, содержит основные компоненты инновационной учебной деятельности. Использование систем дистанционного обучения позволяет обеспечивать сотрудничество, организацию учебного процесса и мониторинг успешности учащихся.

Литература

1. Pogosian, V. Russian educational policy: Two different eras // Italian Journal of Sociology of Education. – 2012. – № 1. – P. 274–304.
2. Nikolaev, D., & Chugunov, D. The education system in the Russian Federation. – Washington, D.C.: World Bank, 2012.
3. Light, D., Menon, R., & Shulman, S. Training teachers across a diversity of contexts: An analysis of international evaluation data on the Intel® Teach Essentials course. – N.Y.: EDC|Center for Children and Technology, 2007.
4. Vygotsky, Lev S. Mind Society: The Development of Higher Psychological Processes / edited by M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner and E. Souberman. – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
5. Alexander, R.J. Culture and pedagogy: international comparisons in primary education. – Malden, MA: Blackwell Pub, 2001.
6. Hufton, N., & Elliott, J. Motivation to learn: The pedagogical nexus in the Russian school: Some implications for transnational research and policy borrowing // Educational Studies. – 2000. – № 26(1). – P. 115–136.